

Tielaitos

Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen

**Tielaitoksen
selvityksiä**

57/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Tie- ja
liikennetekniikka

Tielaitoksen selvityksiä
57/2000

Teiden kunnossapidon yhteys liikenne- turvallisuuteen

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-705-3
TIEL 3200643

Oy Edita Ab
Helsinki 2000

Julkaisua myy
Tielaitos, julkaisumyynti
Faksi 0204 22 2652
S-posti julkaisumyynti@tiehallinto.fi
www.tielaitos.fi/julk2.htm



Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Mikko Malmivuo, Otto Kärki, Tapani Mäkinen: Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen. [Connection between road maintenance and traffic safety]. Helsinki 2000. Tielaitos, tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen selvityksiä 57/2000. 76 s. + liitt. ISBN 951-726-705-3. ISSN 0788-3722. TIEL 3200643 .

Asiasanat: Keli, kitka, kunnossapito, liikenneonnettomuudet, liikenneturvallisuus, liikennevahinkojen tutkijalautakunnat, onnettomuusriski, onnettomuustiheys, renkaat

Aiheluokka: 21, 22

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin liikenneturvallisuutta teiden hoidon kannalta. Pääpaino on talvihoidossa, mutta tutkimuksessa tarkasteltiin lyhyesti myös kesähoitoa. Tutkimuksessa sekä päivitettiin eräitä aiempia talviajan liikenneturvallisuutta käsitelleitä tutkimuksia että tarkasteltiin hoidon ja turvallisuuden yhteyttä uusista näkökulmista.

Useat tutkimuksen tarkastelut viittasivat siihen, että perinteistä talvihoitoa tehostamalla on tulevaisuudessa entistä vaikeampi saavuttaa merkittävää liikenneturvallisuuden parannusta. Tätä tulosta puolsi se, että tarkasteluajanjaksolla 1996-99 talvikauden liikenneturvallisuus oli henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden ja liikennekuoleman riskin osalta kehittynyt samalle tasolle kesäajan liikenneturvallisuuden kanssa. Lisäksi vuosien 1997-99 liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimiin talvikelien kuolemaan johtaneisiin kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin liittyi lukuisia sellaisia onnettomuusriskiä lisääviä tekijöitä, joihin voidaan tehokkaasti vaikuttaa liikennevalvonnan keinoin. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan erikseen vertailtu liikennevalvonnan kustannuksia ja turvallisuusvaikutuksia talvihoidon vastaaviin kustannuksiin ja vaikutuksiin. Talvikelisiin liittyvä riski vaikutti aiempia tutkimuksia pienemmältä, sillä pelkästään henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumääriä päivätasolla tarkasteltaessa voitiin havaita, etteivät määrät pahoinakaan talvikelipäivinä nousseet kesäkauden korkeimpia vuorokausikohtaisia määriä suuremmiksi. Talvikelionnettomuuksien ehkäisemisen tehostamisen tekee erityisen kalliiksi se, että merkittävä osa vakavista onnettomuuksista tapahtui lumi- tai räntäsateiden aikana, jolloin yleensä koko kunnossapitokalustosta on jo työssään.

Tietyt tutkimuksen tulokset puolsivat kuitenkin myös sitä, että talvikautena on mahdollista päästä jopa kesäkautta parempaan turvallisuuteen. Talvihoitoa kehitettäessä tulisi ennen kaikkea panostaa keliseurantaan tavalla, joka helpottaisi yllättävien talvikelien ehkäisemistä talvihoidon keinoin. Vuosina 1997-99 liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa onnettomuuspaikan keli poikkesi tulosuunnan kelistä 21 %:ssa kohtaamisonnettomuuksissa ja 39%:ssa suistumisonnettomuuksissa. Lisäksi suhteessa huonoin talviajan liikenneturvallisuustilanne oli vilkkailla teillä (kvl > 6000 ajon./vrk), joilla talvikauden hvjo -riski oli edelleen 20% kesäkautta korkeampi. Talvihoidon vaikutusta keliin ja edelleen kuljettajien käyttäytymiseen tulisi tutkia jatkossa kokeellisin menetelmin.

Tutkimuksessa tehty lyhyt tarkastelu tienhoidon ja liikenneturvallisuuden yhteydestä kesäkeleillä ei tuonut esiin mitään hoitoon liittyviä tekijöitä, joilla olisi ollut selvä korrelaatio kuolemaan johtaneisiin kesäkelionnettomuuksiin.

ABSTRACT

The subject of this study is traffic safety from the point of view of road maintenance. The focus is mainly on winter maintenance, but summer maintenance has also been studied briefly. Updates are given on former studies of traffic safety in winter, along with a fresh analysis of the connection between maintenance and traffic safety.

Several cases in this study indicated that in future, it will be much more difficult to achieve major traffic safety improvement simply by enhancing traditional winter maintenance. Principally this is because in the period 1996 - 1999 wintertime traffic safety reached the level of summertime safety in respect of personal injury accidents and fatality risks. Furthermore, special investigation board data of fatal meeting accidents and off-road accidents in winter road conditions in 1997-99 included several factors increasing accident risk which can be effectively improved by enhanced traffic surveillance. However, the study did not compare the costs and safety effects of traffic surveillance and winter maintenance. Also, the risk of winter road conditions seems to be lower than expected, because the daily personal injury accident numbers, even in difficult winter conditions, did not exceed the worst summer days. More efficient prevention of wintertime accidents would prove exceptionally costly, because a remarkable portion of accidents in winter road conditions occur in falling snow or wet snow, when maintenance groups are already in operation.

Certain results in this study still indicated that it is possible to achieve better traffic safety conditions in winter than in summer. Road condition monitoring and co-operation between maintenance groups should be developed to help to reduce surprising winter road conditions. When studying the investigation board data of fatal accidents in winter road conditions, it was revealed that road conditions at accident locations deviated from preceding conditions in 21% of meeting accidents and 39% of off-road accidents in 1997-99. At present, relatively speaking the worst winter traffic safety conditions are on busy roads (ADT > 6000 veh./day), where the wintertime personal injury accident risk is still 20% higher than in summer. The effects of winter maintenance on road conditions and driver behaviour should be studied in the future.

The short study on the connection between road maintenance and traffic safety in summer conditions did not highlight any factors with any clear correlation to fatal summer condition accidents.

ALKUSANAT

Tässä raportissa tarkasteltiin sitä, miten kunnossapitotoimenpiteet vaikuttavat ja miten niillä voitaisiin vaikuttaa liikenneturvallisuuteen. Selvityksen pääpaino oli talvikunnossapidossa, mutta raportin loppuosassa tarkasteltiin myös lyhyesti kunnossapidon ja liikenneturvallisuuden yhteyttä kesäkeleillä.

Tarkastelun tavoitteena oli päivittää aiemmin julkaistuja kunnossapidon ja liikenneturvallisuuden yhteyttä käsitelleitä tutkimuksia ja tilastoja ja samalla selvittää Tielaitoksen roolia ja mahdollisuuksia kunnossapidon toimin ehkäistä liikenneonnettomuuksia. Edelleen tavoitteena oli tarjota tilaajan käyttöön mahdollisimman käytännönläheinen tietopaketti ja lähdeaineisto uusien kunnossapidon toimintalinjojen luontia varten.

Tutkimus tehtiin Tielaitoksen keskushallinnon Tie- ja liikennetekniikka -yksikön toimeksiannosta VTT Yhdyskuntatekniikassa. Tutkimuksen tilaajan puolelta työtä ohjasivat diplomi-insinööri Anne Leppänen ja diplomi-insinööri Olli Penttinen. Projektin seurantaryhmään osallistui lisäksi Heikki Lappalainen. VTT Yhdyskuntatekniikassa työstä vastasivat tutkija Mikko Malmivuo, tutkija Otto Kärki ja erikoistutkija Tapani Mäkinen. Lisäksi Kimmo Saastamoinen ja Riikka Rajamäki Tielaitokselta tekivät pohjatyön luvun 2 taulukoihin.

Helsingissä joulukuussa 2000

Tielaitos
Tie- ja liikennetekniikka

Sisältö

1 JOHDANTO	9
1.1 Tausta	9
1.2 Työn tavoite	9
2 TALVIAJAN LIIKENNETURVALLISUUS TÄNÄÄN	11
2.1 Talviajan liikenneturvallisuus vuosina 1996-99	11
2.2 Yleisten teiden riskikehitys 1994-99	16
2.3 Yleisten teiden talvi- ja kesäkuukausien onnettomuudet yleisillä teillä taajamissa ja niiden ulkopuolella	18
3 TALVIKELIEN KOHTAAMIS- JA SUISTUMISONNETTOMUUKSIEN ERITYISPIIRTEITÄ	20
3.1 Aineiston muodostaminen	21
3.2 Keli ja sää	24
3.3 Kunnossapito	26
3.4 Onnettomuuden tapahtumapaikka	27
3.5 Ajankohta	28
3.6 Ajokokemus ja taustatiedot	29
3.7 Renkaat ja ajoneuvo	32
3.8 Liikenne	33
3.9 Tieympäristö	34
3.10 Avaintapahtuma	35
4 LIIKENNETURVALLISUUS ERI HOITOLUOKISSA	36
4.1 Onnettomuuskehitys kunnossapitoluokissa I, Ib ja II	36
4.2 Hoitoluokat ja rannikko	38
4.3 Talvikelionnettomuudet ja onnettomuuskustannukset	40
4.4 Talvi- ja kesäkuukausien henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien tiheydet tie-, kunnossapito- ja vuorokausiliikenneluokittain vuosina 1994-99	43
5 TALVIHOITO JA KELINTUNNISTUS	46
5.1 Talvihoidon ongelmat ja kelintunnistus	46
5.1.1 Kelintunnistuksen menetelmät	47
5.1.2 Tiesääasemat	47
5.1.3 Kitkan mittaust	48
5.1.4 Kelikamerat	48
5.1.5 Mikroilmastovaihteluiden hallinta	49
5.1.6 Kelitiedon hallinta	49

5.1.7	Keliluokittelu, kelin määrittelyn indikaattorit ja tarkkuusvaatimukset	49
5.1.8	Kelintunnistus onnettomuuspaikalla	50
5.1.9	Ohjaus ja tiedotus	50
5.1.10	Uudet ja tulevaisuuden teknologiat	50
5.1.11	Yhteenvetoa kelintunnistuksesta	50
5.2	Sääindeksi ja talvikelien hvj -onnettomuudet	51
5.3	Kitka-alitusten yhteys hvj -onnettomuuksiin ja kaikkiin onnettomuuksiin	52
6	TALVIHOIDON VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN	54
6.1	Keli ja kuljettajan käyttäytyminen	54
6.1.1	Kuljettajien kyky arvioida erilaisten kielten pitävyyttä	54
6.1.2	Kelien vaikutus ajonopeuksiin	55
6.1.3	Nopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen	55
6.1.4	Kelien vaikutus liikenneturvallisuuteen	55
6.1.5	Yhteenvetoa	56
6.2	Case: Talvikelien vaikutus ajonopeuksiin, Hiidenveden lammitausaseman keskinopeudet tammi-helmikuussa 1998	57
6.3	Suomen ja Ruotsin talvikuukausien onnettomuusvertailua	59
6.4	Päivittäiset hvjo -kertymät talvi- ja kesäkuukausina	60
7	HOIDON TURVALLISUUSVAIKUTUKSET KESÄKELEILLÄ	64
7.1	Luvun aineisto	64
7.2	Valoisuus	64
7.3	Kulumisurat	64
7.4	Ajoratamerkinnot	65
7.5	Vauriot	66
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	67
9	YHTEENVETO	69
	LÄHDELUETTELO	73
	LIITTEET	75

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Talvikunnossapidon liikenneturvallisuusvaikutuksia selvitettiin Suomessa laajemmin osana Talvi- ja tieliikenneprojektia vuosina 1992 - 1995. Tämän jälkeen talven merkitystä tieliikenneonnettomuuksissa tarkasteltiin Tielaitoksen toimeksiannosta mm. Talviajan liikenneturvallisuus -tutkimuksessa [Malmivuo & Peltola 1997] vuonna 1997.

Talvi- ja tieliikenneprojektissa tehtiin runsaasti merkittävää perustutkimusta. Talvihoidon kannalta merkittäviä olivat talvikelien yleisyyttä, kelin seurantaa ja kelien käyttäytymisvaikutuksia koskevat tutkimukset. Tutkimuskokonaisuuteen liittyi myös runsaasti talvirenkaiden käyttöön ja käyttäytymiseen, ympäristövaikutuksiin ja uuteen kehittyvään tekniikkaan liittyviä tutkimuksia.

Talviajan liikenneturvallisuus -tutkimuksessa pyrittiin onnettomuustilastojen valossa löytämään erityisesti talviajan onnettomuuksille tyypillisiä piirteitä. Vakuutusyhtiöiden, tilastokeskuksen ja tielaitoksen onnettomuusdataa käytiin selvityksessä perinpohjaisesti läpi.

Vaikka tutkimuksilla pystyttiin vastaamaan moniin talvikunnossapidon turvallisuusvaikutuksia koskeviin kysymyksiin, on tutkimuksia jälkeinpäin analysoitaessa noussut esiin monia uusia tien kunnossapitäjää kiinnostaneita kysymyksiä. Lisäksi monet tutkimusten tarkastelut tehtiin jo 5-10 vuotta sitten, joten tämän päivän talvihoitopolitiikan analysointia varten näillä tilastoilla ja taulukoilla oli selvä päivitystarve. Kunnossapitäjä jäi myös kaipaamaan selkeätä tutkimustulosten yhteenvetoa yhtenäisen kuvan saamiseksi kunnossapidon ongelmakentästä sekä selkeätä käytännön yhteyttä uusien talvihoitopolitiikan suuntaviivojen luomisen tueksi. Edelleen haluttiin saada parempaa kokonaiskuvaa siitä, mikä on kunnossapitäjän rooli ja mahdollisuudet talvikelionnettomuuksien ehkäisyssä nykytilanteessa.

Ajo-olosuhteiden merkitystä liikenneturvallisuuteen muilla kuin talvikeleillä ei tule myöskään sivuuttaa. Koska tälläkään alueella ei viime aikoina ole julkaistu kattavia tutkimuksia ja koska nyt käsillä olevan tutkimuksen yhteydessä vertailu talvikunnossapitoon tuo merkittäviä etuja kunnossapidon kokonaiskuvan muodostamisen kannalta, tässä tutkimuksessa tarkkailtiin lyhyesti myös kesäajan kunnossapitoa liikenneturvallisuuden näkökulmasta.

1.2 Työn tavoite

Tiivistettynä työn tarkoituksena oli luoda tilaajalle monipuolinen ja ajantasainen tietopaketti talviajan liikenneturvallisuudesta talvihoidon toimintalinjojen kehittämisen tueksi. Työn eri osa-alueisiin liittyvät tavoitteet ja keskeiset kysymykset olivat:

- Talviajan liikenneturvallisuus nykyään

Miten talviajan liikenneturvallisuus 1990-luvun lopulla eroaa vuosikymmenen alusta, mitä tarkasteltiin aikoinaan "Talviajan liikenneturvallisuus" [Malmivuo & Peltola 1997] tutkimuksessa? Ovatko rannikon vilkasliikenteiset tiet edelleen vaarallisia talviaikana?

- Vakavimpien talvikelionnettomuuksien erityispiirteet

Mitä erilaisia tekijöitä on vakavimpien, liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimien kuolemaan johtaneiden talvikelien kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien taustalla? Miten nämä onnettomuudet 1990-luvun lopulla erosivat vuosikymmenen alusta, mitä tarkasteltiin aikoinaan Heikki Lappalaisen "Liukkaan kelin kohtaamisonnettomuudet" [Lappalainen 1995] tutkimuksessa?

- Eri talvihoitoluokkien liikenneturvallisuus

Miten eri talvihoitoluokkien turvallisuus on kehittynyt? Onko liikenneonnettomuuksien valossa nykyinen hoitoluokitusjako perusteltu?

- Keli ja onnettomuudet

Miten kelintunnistusta voitaisiin kehittää, jotta voitaisiin ennakoida luotettavammin vaarallisten keliä syntyä ja jotta tunnettaisiin paremmin eri keliä riskit? Miten onnettomuudet suhtautuvat sääindekseihin ja kitkamittausten tuloksiin?

- Keliä ja talvihoidon vaikutus ajokäyttäytymiseen

Mitä johtopäätöksiä käyttäytymisvaikutuksista voidaan tehdä aiempien tutkimusten perusteella? Mikä nettovaikutus on kuljettajien tavalla hidastaa nopeuksia liukkailla ja lisätä vastaavasti nopeuksia pitävämmillä keleillä?

- Johtopäätökset

Onko perinteistä talvihoitoa tehostamalla realistista odottaa vielä tuntuja liikenneturvallisuushyötyjä?

- Hoito kesällä

Voidaanko kesäkeleillä löytää yhteyttä hoidon ja onnettomuuksien välillä?

2 TALVIAJAN LIIKENNETURVALLISUUS TÄNÄÄN

Johtopäätöksiä luvusta:

- Talvikelionnettomuuksien määrä talvikuukausina vähentyi tarkastelujaksolla 1996-99 verrattuna jaksoon 1991-95. Samalla talvikuukausien henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden ja liikennekuoleman riski liikennesuoritetta kohden kaikilla yleisillä teillä laski samalle tasolle kesäkuukausien kanssa.
- Talvikelionnettomuudet vähentyivät myös rannikolla, mikä oli aiemmin ongelma-aluetta
- Suhteessa huonoin talviajan liikenneturvallisuustilanne on vilkkailla teillä (kvi yli 6000 ajon./vrk), missä talviajan henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski oli 20% kesäaikaa korkeammalla.

2.1 Talviajan liikenneturvallisuus vuosina 1996-99

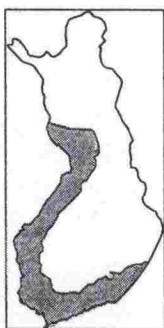
Tässä luvussa tarkastellaan talviajan liikenneturvallisuuden kehitystä viime vuosina. Suurimmalle osalle taulukoista löytyi vastine vuonna 1997 julkaisusta Talviajan liikenneturvallisuus-selvityksestä [Malmivuo & Peltola 1997], jossa tarkasteltiin vuosia 1991-95. Nämä vertailuluvut on esitetty taulukoissa harmaalla pohjalla. Kaikkia onnettomuuksia tarkasteltaessa on huomattava, että Uudenmaan tiepiiri vähensi omaisuusvahinko-onnettomuuksien kirjaimista vuosina 1996 ja 1999, sekä samoin myös Turun piiri 1999. Taulukoissa esitettyjen riskien ja suhteiden laskennassa käytetyt absoluuttiset onnettomuusluvut on esitetty liitteessä 1.

Tässä tarkastelussa talvikuukausiksi luettiin loka-maaliskuu ja kesäkuukausiksi huhti - syyskuu. Talven onnettomuuskuvalle ovat tyypillisiä omaisuusvahinko-onnettomuudet: kaikkien onnettomuuksien riski on talvella huomattavasti korkeampi kuin kesällä, mutta henkilövahinkoon johtaneissa onnettomuuksissa ja kuolemissa ero on pienempi (taulukko 1). Talvikelionnettomuuksien osuus talviajan onnettomuuksista laski kautta linjan, eniten liikennekuolemien osalta vilkkailla teillä (58% -> 41%). Vilkailla teillä talvikauden hvj -onnettomuusriski oli kuitenkin edelleen 20% kesäkautta korkeampi. Kaikkia teitä tarkastellessa on merkittävää, että talvikuukausien hvj -onnettomuuksien ja liikennekuolemien riski laski tarkastelujaksolla 1996-99 samalle tasolle kesäkuukausien kanssa, kun vastaavat talvikuukausien riskit olivat vielä edellisellä tarkastelujaksolla 1991-95 hieman kesäkuukausia korkeammalla.

Taulukko 1. Yleisten teiden onnettomuudet talvella ja kesällä tien keskivuo-rokausliikenteen mukaan vuosina 1996-99. (*=luminen, sohjoinen tai jäinen keli talvikuukausina, **=Talvikeliäen osuus talviajan onnettomuuksista).

	Talvi	Kesä	Talvikeli *	Talvikeliäen %-osuus**	Vrt. 1991- 95	Talvikk- riski	Vrt. 1991- 95	Kesäkk- riski	Vrt. 1991- 95
Kaikki onnettomuudet 96-99									
kvl<1500	8878	8044	6108	69 %	75 %	66.8	71.2	50.5	55.5
kvl 1500 -6000	12533	10427	7052	56 %	64 %	63.6	64.9	44.1	46
kvl>6000	7304	6369	3752	51 %	59 %	37.9	33.8	27.6	24.4
Yhteensä	28715	24840	16912	59 %	67 %	54.9	56.4	39.7	41.5
Henkilövahinko-onnettomuudet 96-99									
kvl<1500	1670	2340	1188	71 %	74 %	12.6	14.6	14.7	16.7
kvl 1500 -6000	2424	2928	1430	59 %	64 %	12.3	14.8	12.4	13.9
kvl>6000	1822	1827	921	51 %	57 %	9.5	11.7	7.9	9
Yhteensä	5916	7095	3539	60 %	65 %	11.3	13.7	11.3	13.1
Kuolemat 96-99									
kvl<1500	140	199	97	69 %	71 %	1.1	1.4	1.3	1.5
kvl 1500 -6000	247	279	147	60 %	63 %	1.3	1.8	1.2	1.5
kvl>6000	165	201	68	41 %	58 %	0.9	1.1	0.9	0.8
Yhteensä	552	679	312	57 %	64 %	1.1	1.4	1.1	1.3

Kun vuosikymmenen alussa verrattiin talven liikenneturvallisuutta rannikolla (kuva 1) ja sisämaassa, havaittiin poikkeuksellisen korkea talviajan liikennekuolemien riski vilkasliikenteisillä teillä rannikkoalueella. Nyt vuosien 1996-99 tarkastelussa ei vastaavaa huippua ollut enää nähtävissä (taulukko 2).



Kuva 1. Rannikkoalue.

Taulukko 2. Talvi- ja kesäkuukausien riskien suhde yleisillä teillä rannikolla ja sisämaassa sekä talvikeliäen % osuus vuosina 1996-99 (*vain talvikuukaudet).

	Talvi/kesä		Vrt. 91-95		Talvikeliäen %-osuus*		Vrt. 91-95	
	Rannikko	Sisämaa	Rannikko	Sisämaa	Rannikko	Sisämaa	Rannikko	Sisämaa
Kaikki onnettomuudet 96-99								
kvl<1500	1.33	1.31	1.26	1.29	64 %	73 %	68 %	78 %
kvl 1500 -6000	1.45	1.43	1.42	1.40	52 %	61 %	57 %	70 %
kvl>6000	1.36	1.41	1.41	1.35	48 %	57 %	52 %	62 %
yhteensä	1.39	1.38	1.37	1.35	54 %	65 %	59 %	72 %
Henkilövahinko-onnettomuudet 96-99								
kvl<1500	0.83	0.88	0.87	0.88	67 %	75 %	70 %	77 %
kvl 1500 -6000	1.00	0.98	1.09	1.04	56 %	63 %	58 %	71 %
kvl>6000	1.23	1.12	1.35	1.17	48 %	56 %	55 %	63 %
yhteensä	1.02	0.97	1.09	1.00	56 %	66 %	60 %	72 %
Kuolemat 96-99								
kvl<1500	0.78	0.89	0.85	0.95	55 %	79 %	63 %	76 %
kvl 1500 -6000	1.21	0.93	1.22	1.23	56 %	64 %	59 %	67 %
kvl>6000	1.02	0.90	1.56	1.07	45 %	33 %	56 %	63 %
yhteensä	1.03	0.91	1.10	1.09	52 %	63 %	59 %	70 %

Talvikuukausien osuus liikennekuolemista laski tarkastelujaksolla 1996-99 selvästi koko maassa verrattuna vuosien 1991-95 tilanteeseen (taulukko 3). Oulussa ja Lapissa talvikuukausien liikennekuolemien osuudet olivat aiemmin selvästi muuta maata korkeammalla, mutta nyt näissä pohjoisen piireissä oli talviliikenteen osuus liikennekuolemista vähäisempi kuin muualla maassa keskimäärin.

Taulukko 3. Talvikuukausien (loka-maaliskuu) onnettomuuksien osuus koko vuoden onnettomuuksista eri vakavuusisissa onnettomuuksissa eri tiepiireissä yleisillä teillä vuosina 1996-99.

Tiepiiri	Kaikki	Vrt. 91-95	Hvjo	Vrt. 91-95	Kuolleet	Vrt. 91-95
Uusimaa	54 %	53 %	48 %	51 %	45 %	49 %
Turku	53 %	53 %	43 %	45 %	48 %	47 %
Kaakkois-Suomi	52 %	52 %	45 %	44 %	48 %	52 %
Häme	54 %	53 %	44 %	46 %	43 %	46 %
Savo-Karjala	54 %	54 %	46 %	45 %	47 %	49 %
Keski-Suomi	54 %	53 %	45 %	46 %	41 %	40 %
Vaasa	56 %	53 %	45 %	46 %	45 %	46 %
Oulu	53 %	55 %	45 %	48 %	41 %	55 %
Lappi	56 %	55 %	50 %	47 %	40 %	58 %
Koko maa	54 %	53 %	45 %	47 %	45 %	49 %

Taulukossa 4 tutkittiin eri kielten osuutta talvikuukausien onnettomuuksissa eri vakavuusisissa onnettomuuksissa. Talvikielten, etenkin jäisten kielten, osuus Oulussa ja Lapissa on odotetusti suurempi kuin muissa piireissä. Kaiken kaikkiaan koko maassa talvikielten osuus eri asteisissa onnettomuuksissa laski tarkastelujaksolla 96-99 noin 6-9 prosenttia. Jäisellä kelillä tapahtuneiden talvikuukausien onnettomuuksien osuus oli edelleen suuri kaikissa piireissä. Uusimaa ja Lappi poikkesivat muista piireistä sikäli, että niissä jäisen kelin osuus liikennekuolemien keliolosuhteista oli selvästi suurempi kuin vastaava osuus saman piirin kaikkien onnettomuuksien tai hvj -onnettomuuksien keliolosuhteista sekä tarkastelujaksolla 1991-95 että 1996-99.

Taulukko 4. Erilaisten keliä osuus talvikuukausien onnettomuuksista eri va-
kavuusissa onnettomuuksissa eri tiepiireissä yleisillä teillä 1996-99.

Tiepiiri	Luminen			Vrt. 91-95			Sohjoinen			Vrt. 91-95		
	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol
Uusimaa	12 %	10 %	9 %	9 %	9 %	6 %	8 %	11 %	5 %	10 %	13 %	15 %
Turku	13 %	11 %	11 %	9 %	8 %	8 %	7 %	9 %	5 %	9 %	10 %	6 %
Kaakkois-Suomi	19 %	14 %	9 %	15 %	12 %	4 %	5 %	5 %	3 %	9 %	8 %	13 %
Häme	16 %	13 %	9 %	12 %	10 %	6 %	6 %	7 %	10 %	10 %	12 %	12 %
Savo-Karjala	15 %	13 %	15 %	19 %	16 %	11 %	5 %	5 %	2 %	6 %	7 %	10 %
Keski-Suomi	15 %	15 %	22 %	14 %	10 %	9 %	4 %	4 %	3 %	9 %	14 %	12 %
Vaasa	17 %	14 %	17 %	13 %	10 %	13 %	5 %	7 %	3 %	8 %	8 %	9 %
Oulu	17 %	14 %	6 %	12 %	10 %	9 %	4 %	5 %	6 %	6 %	7 %	12 %
Lappi	20 %	15 %	6 %	18 %	14 %	11 %	2 %	4 %	6 %	3 %	3 %	5 %
Koko maa	15 %	13 %	11 %	13 %	10 %	8 %	6 %	7 %	5 %	8 %	10 %	11 %

Tiepiiri	Jäinen			Vrt. 91-95			Kesäkelit			Vrt. 91-95		
	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol	Kaikki	Hvjo	Kuol
Uusimaa	26 %	27 %	36 %	29 %	35 %	39 %	54 %	52 %	49 %	52 %	44 %	40 %
Turku	30 %	34 %	31 %	35 %	38 %	33 %	51 %	45 %	54 %	47 %	44 %	53 %
Kaakkois-Suomi	39 %	40 %	45 %	48 %	49 %	48 %	37 %	41 %	43 %	29 %	31 %	35 %
Häme	37 %	38 %	32 %	42 %	41 %	32 %	41 %	42 %	49 %	36 %	37 %	50 %
Savo-Karjala	52 %	52 %	44 %	56 %	53 %	52 %	28 %	30 %	40 %	19 %	23 %	27 %
Keski-Suomi	48 %	47 %	35 %	53 %	53 %	55 %	32 %	35 %	41 %	24 %	23 %	24 %
Vaasa	45 %	45 %	35 %	47 %	47 %	41 %	33 %	35 %	45 %	33 %	35 %	37 %
Oulu	53 %	56 %	60 %	64 %	62 %	60 %	26 %	25 %	28 %	18 %	21 %	20 %
Lappi	62 %	66 %	71 %	68 %	71 %	79 %	16 %	16 %	16 %	11 %	11 %	5 %
Koko maa	39 %	41 %	40 %	46 %	46 %	47 %	40 %	40 %	43 %	33 %	34 %	34 %

Talvikeleille tyypilliset onnettomuusluokat, kohtaamis- ja ohitusonnettomuudet, nousivat edelleen talven onnettomuustilastoissa esiin, mutta talvikeliä osuus näillä onnettomuustyypeillä oli kuitenkin hieman vähentynyt vuoden 1991-95 tasosta (taulukko 5). Kaksi kolmasosaa kaikista talvikuukausien yksittäisonnettomuuksista tapahtui talvikelillä, mutta yksittäisonnettomuuksien aiheuttamista talvikuukausien liikennekuolemista alle puolet syntyi talvikeleillä.

Taulukko 5. Talvikeliä osuus talvikuukausien onnettomuuksissa yleisillä teillä 1996-99

Onnettomuusluokka	Kaikki	Vrt. 91-95	Hvjo	Vrt. 91-95	Kuolleet	Vrt. 91-95
Yksittäisonnettomuus	69 %	75 %	62 %	70 %	44 %	53 %
Kääntymisonnettomuus	64 %	67 %	55 %	60 %	59 %	53 %
Ohitusonnettomuus	63 %	75 %	69 %	75 %	74 %	89 %
Risteämisonnettomuus	64 %	67 %	58 %	60 %	31 %	50 %
Kohtaamisonnettomuus	80 %	87 %	78 %	84 %	68 %	76 %
Peräänajo-onnettomuus	59 %	66 %	50 %	54 %	38 %	56 %
Polkupyörä- ja mopedionn.	56 %	46 %	39 %	47 %	50 %	49 %
Jalankulkijaonnettomuus	65 %	66 %	63 %	65 %	52 %	58 %
Eläinonnettomuus	43 %	48 %	39 %	43 %	0 %	20 %
Muu	71 %	74 %	72 %	74 %	52 %	66 %

Taulukossa 6 onnettomuusluokkia tarkasteltiin vielä erilaisella tieluokituksella. Yleiset tiet jaettiin maankäytön inventointiin perustuvan taajamamäärityksen avulla taajamiin ja haja-asutusalueisiin. Kevyen liikenteen talvikäyttämisen ei ole nähtävissä suuria eroja haja-asutusalueilla verrattuna taajamiin. Hvj -onnettomuuksien prosenttilukuja eri tarkasteluajanjaksoina verrattaessa voitiin havaita, että suurin muutos liittyy eläinonnettomuuksien suh-

teelliseen vähenemiseen talvikautena taajamissa, mutta näiden onnettomuuksien pienestä kokonaismäärästä johtuen (6 eläinonnettomuutta taajamissa talvikuukausina 1996-99) ei havainnolla ole tilastollista merkitystä. Myöskään taajamien liikennekuolemista on vaikea vetää mitään pitkälle meneviä johtopäätöksiä, koska tarkasteluajanjaksona 1996-99 tapahtui taajamissa talvikuukausina yhteensä vain 89 liikennekuolemaa.

Taulukko 6. Talvikuukausien onnettomuuksien osuus koko vuoden onnettomuuksista onnettomuusluokittain yleisillä teillä haja-asutusalueilla ja taajamissa 1996-99

Onnettomuusluokka	Kaikki onnettomuudet		Hvj-onnettomuudet		Kuolleet	
	Haja-asutus	Taajama	Haja-asutus	Taajama	Haja-asutus	Taajama
Yksittäisonnettomuus	52.3 %	54.6 %	39.5 %	43.4 %	29.3 %	46.3 %
Kääntymisonnettomuus	48.2 %	56.9 %	41.2 %	49.8 %	45.7 %	40.0 %
Ohitusonnettomuus	60.2 %	58.2 %	58.1 %	53.0 %	61.1 %	14.3 %
Risteämisonnettomuus	53.9 %	62.1 %	48.1 %	58.5 %	37.7 %	54.2 %
Kohtaamisonnettomuus	70.4 %	71.3 %	67.0 %	65.6 %	56.8 %	53.8 %
Peräänajo-onnettomuus	55.0 %	52.9 %	52.5 %	51.5 %	62.5 %	42.9 %
Polkupyörä- ja mopedionnettomuus	26.8 %	30.0 %	25.4 %	27.6 %	27.0 %	28.6 %
Jalankulkijaonnettomuus	58.3 %	67.6 %	59.2 %	66.2 %	58.5 %	51.6 %
Eläinonnettomuus	52.0 %	43.0 %	33.6 %	20.7 %	13.3 %	0.0 %
Muut	63.9 %	59.7 %	61.0 %	60.4 %	50.0 %	66.7 %
Yhteensä	53.3 %	54.6 %	44.6 %	47.8 %	44.9 %	44.5 %

Onnettomuusluokka	Vert. 91-95, kaikki		Vert. 91-95, hvjo		Vert. 91-95, kuolleet	
	Haja-asutus	Taajama	Haja-asutus	Taajama	Haja-asutus	Taajama
Yksittäisonnettomuus	50.8 %	54.1 %	41.3 %	44.9 %	32.7 %	40.4 %
Kääntymisonnettomuus	46.0 %	54.6 %	41.1 %	43.6 %	34.5 %	25.0 %
Ohitusonnettomuus	63.5 %	61.3 %	62.4 %	61.0 %	66.7 %	57.1 %
Risteämisonnettomuus	53.8 %	58.5 %	48.6 %	52.2 %	47.4 %	51.0 %
Kohtaamisonnettomuus	72.3 %	72.9 %	69.6 %	70.0 %	61.2 %	33.3 %
Peräänajo-onnettomuus	51.5 %	49.5 %	48.2 %	49.7 %	70.0 %	50.0 %
Polkupyörä- ja mopedionnettomuus	26.9 %	32.3 %	25.4 %	30.1 %	30.4 %	27.8 %
Jalankulkijaonnettomuus	63.7 %	66.0 %	61.8 %	65.4 %	61.5 %	64.8 %
Eläinonnettomuus	51.6 %	43.4 %	36.7 %	35.1 %	18.2 %	ei kuol.
Muut	62.3 %	59.5 %	64.7 %	55.8 %	55.6 %	71.4 %
Yhteensä	53.0 %	53.6 %	46.6 %	47.0 %	48.5 %	44.7 %

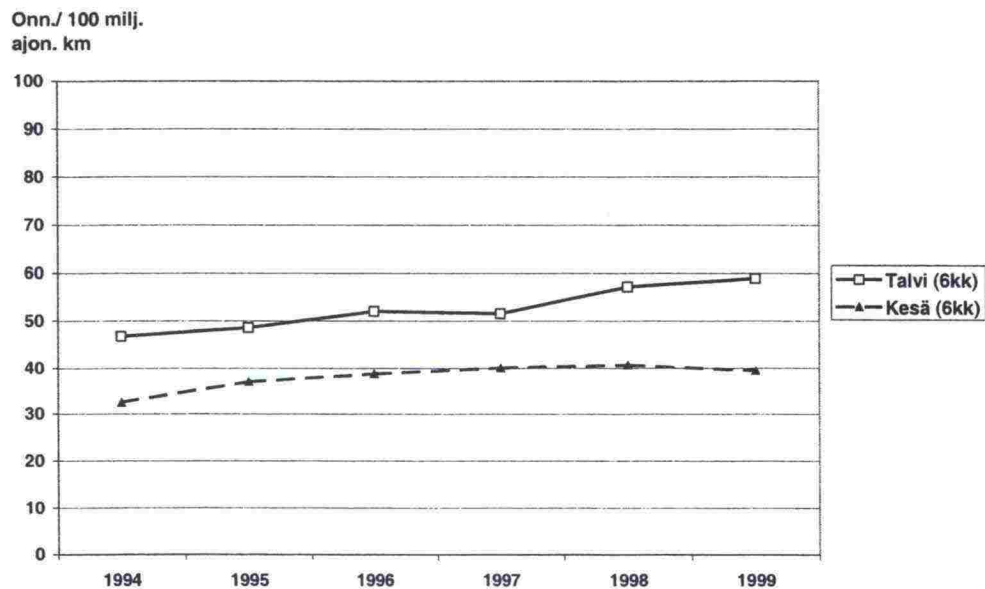
Kesäkelien osuus tarkastelujaksolla 96-99 kasvoi tasaisesti kaikissa liikennemääräluokissa (taulukko 7). Jäisen kelin osuus laski onnettomuuden vakavuudesta riippuen pienimmässä vuorokausiliikenneluokassa 5-9 prosenttiyksikköä ja suurimmassa vuorokausiliikenneluokassa 2-5 prosenttiyksikköä. Onnettomuusmääriltään suurimmassa luokassa 1500-6000 ajon./vrk jäisen kelin osuus laski hieman kaikissa onnettomuuksissa ja hvj -onnettomuuksissa, mutta lisääntyi hieman liikennekuolemissa.

Taulukko 7. Onnettomuuksien jakautuminen eri keleille talvikuukausina (vuosikeskiarvo ja prosenttiosuus) 1996-99. Prosenttiosuuksien summa vaakasuunnassa 100%.

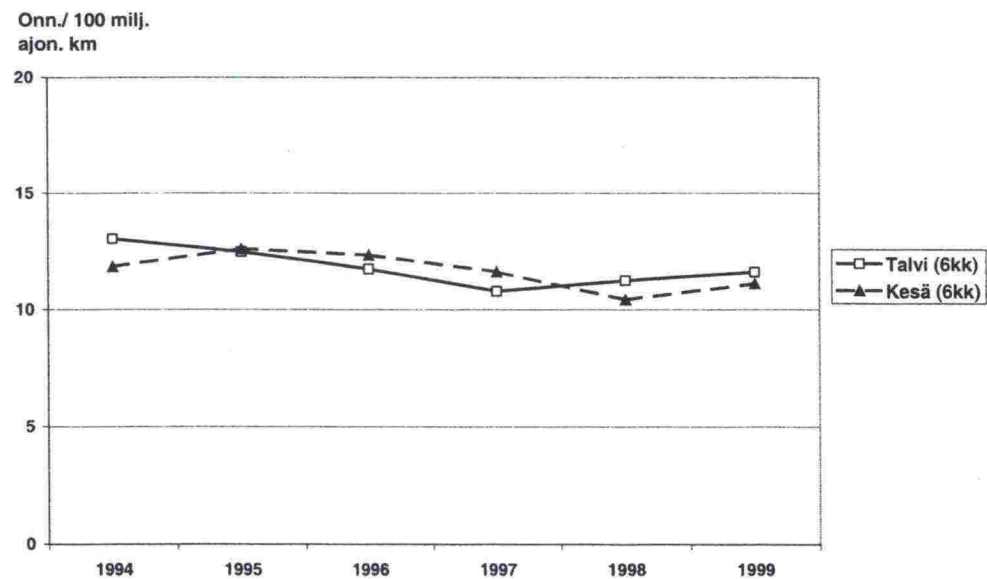
	Luminen		Vrt. 91-95		Sohjoinen		Vrt. 91-95	
	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus
KVL<1500, Kaikki	464	21 %	363	17 %	106	5 %	138	7 %
KVL 1500-6000, Kaikki	399	13 %	282	11 %	179	6 %	228	9 %
KVL >6000, Kaikki	214	12 %	130	9 %	116	7 %	133	10 %
KVL<1500, Hvjo	71	17 %	72	14 %	31	7 %	40	8 %
KVL 1500-6000, Hvjo	67	11 %	61	9 %	41	7 %	74	11 %
KVL >6000, Hvjo	47	10 %	39	8 %	33	7 %	49	10 %
KVL<1500, Kuol	8	23 %	6	13 %	2	4 %	4	8 %
KVL 1500-6000, Kuol	5	8 %	6	7 %	4	6 %	11	13 %
KVL >6000, Kuol	3	6 %	2	4 %	2	4 %	4	10 %
	Jäinen		Vrt. 91-95		Kesäkelit		Vrt. 91-95	
	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus	Määrä	Osuus
KVL<1500, Kaikki	957	44 %	1105	52 %	642	30 %	498	24 %
KVL 1500-6000, Kaikki	1185	39 %	1161	45 %	1309	43 %	899	35 %
KVL >6000, Kaikki	608	34 %	547	39 %	849	47 %	593	42 %
KVL<1500, Hvjo	196	48 %	271	53 %	114	28 %	126	25 %
KVL 1500-6000, Hvjo	250	42 %	308	45 %	244	41 %	235	35 %
KVL >6000, Hvjo	150	33 %	187	40 %	221	49 %	196	42 %
KVL<1500, Kuol	15	42 %	25	53 %	11	31 %	12	12 %
KVL 1500-6000, Kuol	28	46 %	37	44 %	25	40 %	30	30 %
KVL >6000, Kuol	13	31 %	20	45 %	24	59 %	18	18 %

2.2 Yleisten teiden riskikehitys 1994-99

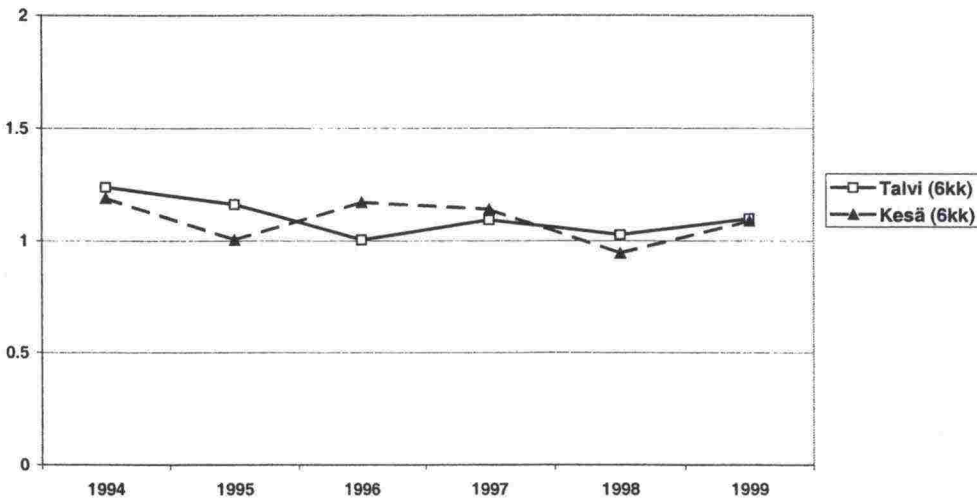
Jäljessä olevissa kuvissa tarkastellaan yleisten teiden riskikehitystä vuodesta 1994 vuoteen 1999. Kaikkien onnettomuuksien riskiin vaikutti eri vuosina varsinkin Uudenmaan ja Turun piireissä vaihdellut onnettomuuksien kirjauspolitiikka, mutta toisaalta kirjauspolitiikassa ei pitäisi olla vuodenaikojen välillä vaihteluja, joten talvi- ja kesäkuukausien riskin suhde on tarkasteltavissa. Vuosina 1998-99 talvikuukausien kaikkien onnettomuuksien riskin ero kesäkuukausien vastaavaan riskiin kasvoi, kun vastaavasti varsinkin vuonna 1999 hvj -onnettomuuksien ja liikennekuolemien talvikuukausien riski tuli lähemmäs kesäkuukausien riskiä.



Kuva 2. Kaikkien onnettomuuksien riski yleisillä teillä 1994-1999



Kuva 3. Henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski yleisillä teillä 1994-1999

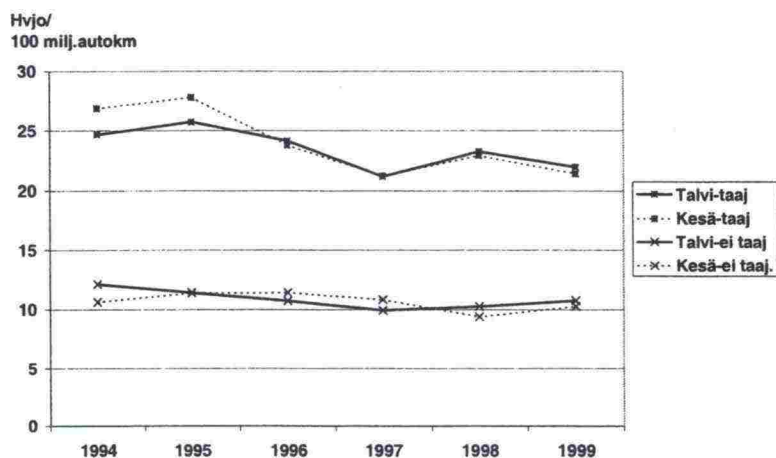
Onn./ 100 milj.
ajon. km

Kuva 4. Kuoleman riski yleisillä teillä 1994-99

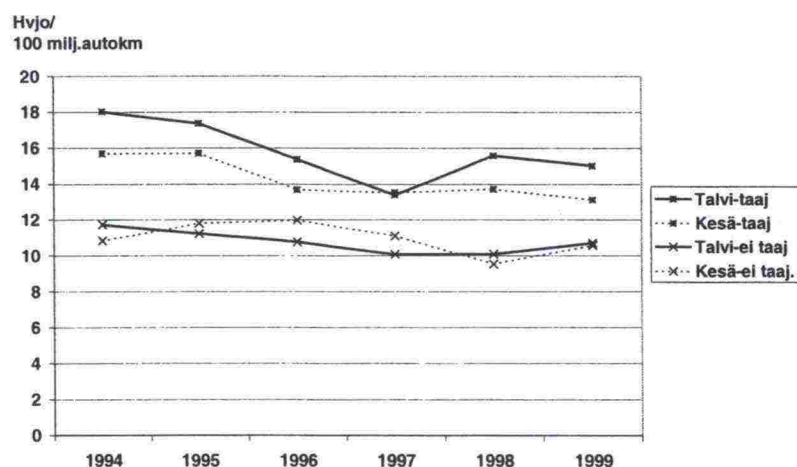
2.3 Yleisten teiden talvi- ja kesäkuukausien onnettomuudet yleisillä teillä taajamissa ja niiden ulkopuolella

Seuraavissa kuvissa tarkastellaan hvyo ja kuoleman riskejä sekä taajamamerkillä rajatussa taajamassa (yhteispituus noin 2000 km) että verkollisen aseman mukaan määrätyssä taajamassa (noin 4600 km). Taajamamerkillä erotetussa taajamassa talvikuukausien hvyo -onnettomuusriski pysytteli vuosina 1996-1999 hyvin samalla tasolla kesäkuukausien riskin kanssa, kun taas verkollisen taajaman sisäpuolella talvikuukausien riski oli vuosina 1998-99 runsaat kymmenen prosenttia kesäkuukausien riskiä korkeammalla. Verkollisen taajaman sisäpuolella hvyo -riskit olivat selvästi korkeammat kuin taajaman ulkopuolella, kun taas liikennekuoleman riski verkollisen taajaman sisäpuolella oli pääsääntöisesti alempi kuin taajaman ulkopuolella.

Taajamamerkillä erotetun taajaman suorite laskettiin vuoden 1999 suoritteen avulla, jolloin vuodet 1994-98 laskettiin olettaen, että taajaman suorite kyseisinä vuosina on kehittynyt kuten kokonaisliikennemäärä. Verkollisen taajaman suorite saatiin vuosien 1994-1997 osalta "Yleiset tiet" - vuosikirjasta ja vuoden 1999 osalta tierekisteritiedosta. Puuttuvan vuoden 1998 suorite on vuosien 1997 ja 1999 keskiarvo.



Kuva 5. Talvi- ja kesäkuukausien hvjo -riskit yleisillä teillä taajamamerkin sisä- ja ulkopuolisilla tieosuuksilla.



Kuva 6. Talvi- ja kesäkuukausien hvjo -riskit yleisillä teillä verkollisen taajaman sisä- ja ulkopuolisilla tieosuuksilla.

Taulukko 8. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien lukumäärät yleisillä teillä taajamamerkillä erotetussa taajamassa ja verkollisessa taajamassa 1994-99. Liikennekuolemat verkollisessa taajamassa 1994-99.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Hvjo, taajamamerkillä erotetut taajamat						
Talvi-taaj.	223	235	223	200	227	221
Kesä-taaj.	291	304	263	240	268	258
Talvi-ei taaj.	1377	1311	1248	1181	1262	1363
Kesä-ei taaj.	1449	1566	1589	1542	1385	1558
Hvjo, verkollinen asema taajamassa						
Talvi-taaj	463	440	405	362	432	427
Kesä-taaj	483	477	432	438	456	447
Talvi-ei taaj.	1137	1106	1066	1019	1057	1157
Kesä-ei taaj.	1257	1393	1420	1344	1197	1369
Kuolemat, verkollinen asema taajamassa						
Talvi-taaj	23	22	20	26	25	18
Kesä-taaj	19	37	21	34	23	33
Talvi-ei taaj.	129	122	106	114	111	132
Kesä-ei taaj.	156	112	155	141	127	145

3 TALVIKELIEN KOHTAAMIS- JA SUISTUMISONNETTOMUUKSIEN ERITYISPIIRTEITÄ

Johtopäätöksiä luvusta:

- Pääaiheuttajan tilanne- ja ylinopeudet kuolemaan johtaneissa talvikelien kohtaamisonnettomuuksissa kasvoivat hieman tarkastelujaksolla verrattuna 90-luvun alkuun. Liian korkea tilannenopeus oli 36% pääaiheuttajista vuosina 1991-93, kun vastaava osuus vuosina 1997-99 oli 53%. Ylinopeutta oli 15%:lla pääaiheuttajista vuosina 1991-93, kun vastaavasti vuosina 1997-99 ylinopeutta oli 21%:lla.
- Pääaiheuttajien renkaista oli 2/3 puutteellisia kuolemaan johtaneissa talvikelien kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksissa.
- Kelijakaumassa "jääkalvo-kelin" osuus kuolemaan johtaneissa talvikelien kohtaamisonnettomuuksissa kasvoi 30%:sta (v. 1991-93) 36%:iin (1997-99).
- Kuolemaan johtaneista talvikelien kohtaamisonnettomuuksista 47% tapahtui lumi- tai räntäsateen aikana.
- Kunnossapitokäytännön muutos tiepiirien rajalla myötävaikutti voimakkaasti ainakin kahden kuolemaan johtaneen onnettomuuden syntyyn.
- Onnettomuuspaikan keli poikkesi tulosuunnan kelistä 21%:ssa kohtaamisonnettomuuksista ja 39%:ssa suistumisonnettomuuksista. Poikkeava keli saattoi usein yllättää kuljettajan.
- Viidennes tarkastelluissa kohtaamisonnettomuuksissa ja kaksi kolmasosaa suistumisonnettomuuksissa kuolleista ei käyttänyt turvavyötä.
- Kuolemaan johtaneissa suistumisonnettomuuksissa 18-19 -vuotiaita kuljettajia oli 22%.
- Niiltä osin, kuin vuosien 1997-99 kuolemaan johtaneita talvikelien kohtaamisonnettomuuksia koskeva aineisto oli verrattavissa vuosien 1991-93 aineistoon, ei voitu havaita tilastollisesti merkitseviä eroja aineistojen välillä.

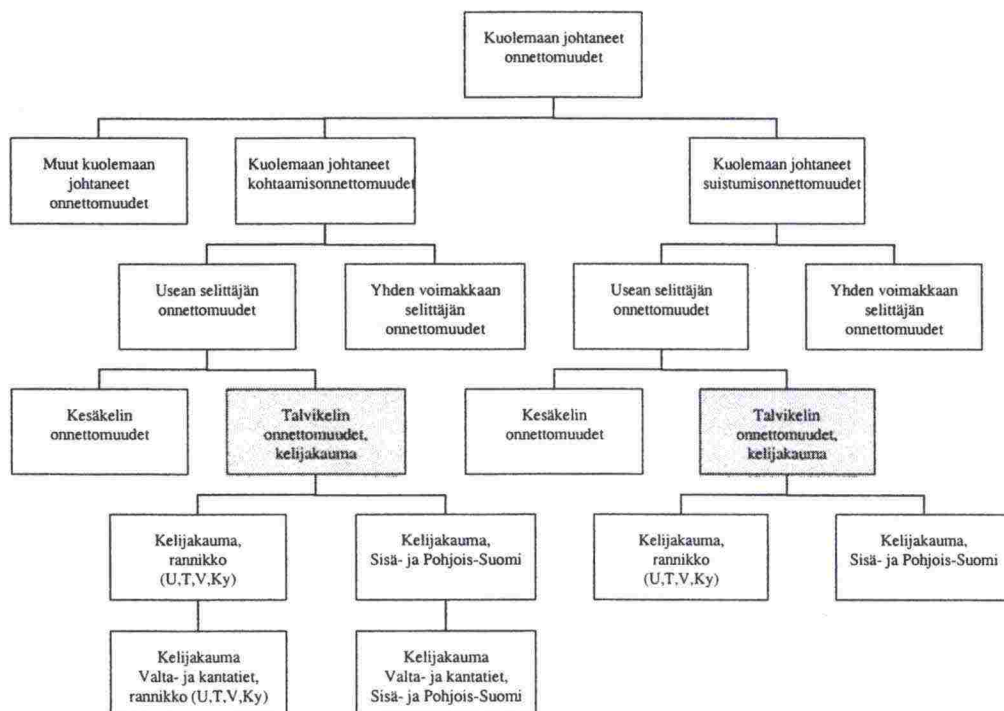
Tässä luvussa tarkasteltiin tyypillisimpien talvikelien onnettomuustyyppien, kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien, erityispiirteitä. Aineisto käsitti ne kuolemaan johtaneet tutkijalautakuntien analysoimat onnettomuudet vuosilta 1997-99, jotka sattuivat talvikelin vallitessa ja joissa tutkijalautakunnat pitivät keliä tärkeänä riskitekijänä.

3.1 Aineiston muodostaminen

Seuraavissa taulukoissa tarkastellaan tutkijalautakuntien raportoimia kuolemaan johtaneita talvikeleillä tapahtuneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia. Taulukot laadittiin Liikennevakuutuskeskuksen onnettomuusdatan perusteella. Kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien onnettomuusraporteista luettiin ja analysoitiin keskeisimmät osat, kuten tapahtumakuvaukset, tärkeimmät riskitekijät, vauriot ja niiden aiheutuminen, vammat ja vammojen aiheuttajat, erityiset seikat, alueelliset ja paikalliset toimet, turvallisuuden parannusehdotukset sekä liikenneteknisen jäsenen tekemät keliin liittyvät merkinnät ja arviot. Myös tapahtumapaikoilta otettuja valokuvia tarkasteltiin joidenkin raporttien kohdalta keliarvion täydentämiseksi ja tieympäristön arvioimiseksi.

Kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksista karsittiin aluksi yhden voimakkaan selittäjän onnettomuudet, joissa pääosallisen tai vastapuolen kuljettaja oli alkoholin, huumeiden tai lääkkeiden vaikutuksen alaisena, kuljettaja nukahti, sai sairauskohtauksen tai teki itsemurhan. Itsemurhiin ja sairaskohtauksiin liittyi usein myös alkoholi tai huumeet, joten taulukoihin merkittiin arviolta voimakkain selittävä tekijä. Jäljelle jääneistä usean selittäjän onnettomuuksista analysoitiin ainoastaan talvikelin eli jäisen, sohjoisen tai lumisen kelin vallitessa tapahtuneet onnettomuudet. Paljaan tai märän tien onnettomuudet karsiutuivat siis pois. Kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksista karsittiin vielä ns. erikoislaatuiset tapaukset; esimerkiksi kuljettajan katsottiin olleen häiriintyneessä mielentilassa.

Kuvassa 7 on esitetty "onnettomuuspuu", jossa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista on valittu analysoitavat talvikelin kohtaamis- ja suistumisonnettomuudet (harmaa pohja) sekä onnettomuuksien jakautuminen rannikon ja Sisä/Pohjois-Suomen välillä. Kohtaamisonnettomuuksien osalta tarkastellaan myöhemmin myös erikseen Valta- ja Kantateitä.



Kuva 7. Tarkasteltavien talvikelonnettomuuksien valinta kuolemaan johtaneista onnettomuuksista.

Seuraavissa taulukoissa kuvataan aineiston eri karsintavaiheiden vaikutusta onnettomuusmääriin. Vertailuaineisto vuosilta 1991-93 on kuvattu harmaalla pohjalla.

Taulukko 9. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien jakauma vuosina 1997-99 ja niiden kokonaismäärä vuosina 1991-93.

	1997	1998	1999	1997-1999	1991-1993
Kuol.johtaneet onnettomuudet yhteensä	255	255	261	771	953
Erikoislaatuiset tapaukset	2	3	2	7	
Yhden voimakkaan selittäjän onnettomuudet	112	118	130	360	
Itsemurhatapaukset*	20	17	19	56	
Alkoholi- tai huumetapaukset	58	67	70	195	
Nukahtamistapaukset	18	19	22	59	
Sairauskohtaukset, sairauksiin liittyvät	16	15	19	50	
Usean selittäjän onnettomuudet	141	134	129	404	
Tie paljas, kuiva tai kostea, keli ei riskitekijä (01-03)	78	69	73	220	
Tie vetinen tai märkä (04)	10	15	9	34	
Tie jäinen, sohjoinen tai luminen (>04)	53	50	47	150	

*Taulukko 10. Kuolemaan johtaneet kohtaamisonnettomuudet vuosina 1997–99 ja 1991–93. (*Itsemurhatapaukset, alkoholi- ja huumetapaukset sekä nukahtamistapaukset esiintyvät useissa tapauksissa yhtä aikaa. Itsemurha katsottiin tarkastelussa voimakkaimmaksi tekijäksi, joten niiden määrä on sama kuin VALT:n aineistossa. Alkoholi-, huume ja nukahtamistapauksia on todellisuudessa vähän enemmän, koska päällekkäiset tapaukset on sisällytetty itsemurhiin.)*

	1997	1998	1999	1997-1999	1991-1993
Kuol.johtaneet kohtaamisonnettomuudet yhteensä	96	91	105	292	333
Erikoislaatuiset tapaukset	1	3	2	6	13
Yhden voimakkaan selittäjän onnettomuudet	37	47	50	134	145
Itsemurhatapaukset*	14	16	16	46	50
Alkoholi- tai huumetapaukset	6	13	19	38	49
Nukahtamistapaukset	13	13	8	34	29
Sairauskohtaukset, sairauksiin liittyvät	4	5	7	16	17
Usean selittäjän onnettomuudet	58	41	53	152	175
Tie paljas, kuiva tai kostea, keli ei riskitekijä (01-03)	22	11	16	49	34
Tie vetinen tai märkä (04)	3	8	6	17	9
Tie jäinen, sohjoinen tai luminen (>04)	33	22	31	86	132

Taulukko 11. Kuolemaan johtaneiden suistumisonnettomuuksien jakauma vuosina 1997–99 ja niiden kokonaismäärä vuosina 1991–93.

	1997	1998	1999	1997-1999	1991-1993
Kuol.johtaneet suistumisonnettomuudet yhteensä	78	74	91	243	279
Erikoislaatuiset tapaukset	1	0	0	1	
Yhden voimakkaan selittäjän onnettomuudet	60	50	72	182	
Itsemurhatapaukset*	5	0	3	8	
Alkoholi- tai huumetapaukset	42	36	47	125	
Nukahtamistapaukset	5	5	14	24	
Sairauskohtaukset, sairauksiin liittyvät	8	9	8	25	
Usean selittäjän onnettomuudet	17	24	20	61	
Tie paljas, kuiva tai kostea, keli ei riskitekijä (01-03)	11	13	14	38	
Tie vetinen tai märkä (04)	1	2	1	4	
Tie jäinen, sohjoinen tai luminen (>04)	5	9	4	18	

Seuraavissa taulukoissa tarkastellaan siis vuosien 1997–99 osalta koko ajan 86 kohtaamisonnettomuutta ja 18 suistumisonnettomuutta, jotka jäivät jäljelle. Kohtaamisonnettomuuksia verrataan myös 132 talvikelin kohtaamisonnettomuuteen vuosilta 1991–93, jotka Heikki Lappalainen valitsi tutkimuksessaan ”Liukkaan kelin kohtaamisonnettomuudet” [Lappalainen 1995] samoin kriteerein.

Mainituissa kohtaamisonnettomuuksissa vuosina 1997-99 kuoli 111 ja loukkaantui 137 henkeä. Vastaavasti suistumisonnettomuuksissa kuoli 19 ja loukkaantui 29. Yksi suistumisonnettomuuksista oli linja-auto-onnettomuus, jossa loukkaantui 20 henkeä. Vuosina 1997-99 kuolemaan johtaneissa talvikelien kohtaamisonnettomuuksissa kuolleista 53% ja loukkaantuneista 52% oli ajoneuvon kuljettajia. Vastaavasti suistumisonnettomuuksissa kuolleista 63% ja loukkaantuneista 10% oli ajoneuvon kuljettajia.

*Taulukko 12. Kuolleiden ja loukkaantuneiden määrät tarkasteltavissa talvikelionnettomuuksissa. (*Mukana yksi linja-auto-onnettomuus, jossa loukkaantui 20 henkeä.)*

	Kohtaamisonnettom.		Suist.onn.
	1997-99	1991-93	1997-99
	N	N	N
Tarkasteltavat kuolemaan johtaneet onnettomuudet	86	132	18
Kuolleita	111	188	19
Loukkaantuneita	137	170	29*

3.2 Keli ja sää

Sekä kohtaamis- että suistumisonnettomuuksissa tyypillisin keli oli tienpin-
nalla kauttaaltaan oleva jääkalvo, jonka osuus on hieman kasvanut aiem-
paan tarkasteluun nähden (30% vuosina 91-93, 36% vuosina 1997-99, tau-
lukko 13).

Taulukko 13. Kelijakauma tarkasteltavissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettom.			Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	%	N	%
Sohjoa tiellä, sohjovalit	20	23	31	2	11
Irtolunta tiellä, lumivallit, tuiskulunta	12	14	16	2	11
Tie kauttaaltaan ohuessa jääkalvossa	31	36	30	12	67
Ajourat ohuessa jääkalvossa, tiellä polannekaistaleita	7	8	10	0	0
Ajourat paljaat, tiellä polanne- tai jääkaistaleita	6	7	2	1	6
Kauttaaltaan tai lähes kauttaaltaan polanteinen	10	12	11	1	6
Yht.	86	100	100	18	100

Keli vaihteli pitkittäis- tai poikittaissuunnassa kuolemaan johtaneissa koh-
taamisonnettomuuksissa 58 %:ssa ja suistumisonnettomuuksista 56 %:ssa.
Kelin vaihtelulla tarkoitetaan sellaista vaihtelua, jonka pitäisi olla kuljettajan
tiedossa. Esim. ajourat ovat jatkuvasti kuivat ja pitävät, mutta tie muuten jäi-
nen.

Keli oli poikkeava tulosuunnassa 21 %:ssa kohtaamisonnettomuuksista ja 39
%:ssa suistumisonnettomuuksista. Kelin poikkeavuudella tarkoitetaan yllät-
tävää poikkeavuutta, jolloin keli paikallisesti eroaa tulosuunnan kelistä. Liit-
teessä 3 on kuvattu lyhyesti ne tapaukset, joissa tutkijalautakunta on pitänyt
keliä poikkeavana. Merkittävää on, että valtaosa on tapahtunut valta- ja
kantateillä, joilla pitäisi olla tiesääasemajärjestelmän ansiosta toimiva kelin-
seurantajärjestelmä. Poikkeavuus syntyy usein lämpötilan vaihtelusta 0
°C:een tuntumassa. Kaksi liitteessä kuvattua poikkeavaa kelitilannetta johtui
kunnossapitokäytännön eroista tiepiirien rajalla (liitteen tapaukset nro 1 ja
11). Tutkijalautakunnat luokittelevat kelipoikkeavuudet seuraavasti: paikalli-
nen kosteus, paikallinen vesilammikko (ei yleensä esiinny talvikeleillä), pai-
kallinen liukkaus ja äkillinen sään muutos. On ilmeistä, että talvihoidon kes-
keisimpiä tehtäviä on poikkeavien kelitilanteiden vähentäminen.

Polannekelejä ("tiellä polannekaistaleita", "tiellä polanne- tai jääkaistaleita" ja
"kauttaaltaan tai lähes polanteinen") oli kohtaamisonnettomuuksissa suh-

teessa selvästi enemmän Sisä- ja Pohjois-Suomessa (39%) kuin rannikolla (9%) (taulukko 14). Alueellisia sääeroja vertaillaan vuoden 1991-93 aineistoon liitteen 2 taulukossa.

Taulukko 14. Tarkasteltavien kuolemaan johtaneiden talvikelin kohtamisonnettomuuksien kelijakauma rannikolla, Sisä- ja Pohjois-Suomessa sekä koko Suomessa vuosina 1997-99.

Kelityyppi	Rann.piirit(U,T,V,Ky)		Sisä- ja Pohj.-Suomi		Koko maa	
	N	%	N	%	N	%
Sohjoa tiellä, sohjovalit	10	30	10	19	20	23
Irtolunta tiellä, lumivalit, tuiskulunta	6	18	6	11	12	14
Tie kauttaaltaan ohuessa jääkalvossa	14	42	17	32	31	36
Ajourat ohuessa jääkalvossa, tiellä polannekaistaleita	0	0	7	13	7	8
Ajourat paljaat, tiellä polanne- tai jääkaistaleita	1	3	5	9	6	7
Kauttaaltaan tai lähes kauttaaltaan polanteinen	2	6	8	15	10	12
Yht.	33	100	53	100	86	100

Taulukko 15. Tarkasteltavien kuolemaan johtaneiden talvikelin suistumisonnettomuuksien kelijakauma rannikolla, Sisä- ja Pohjois-Suomessa sekä koko Suomessa vuosina 1997-99.

Kelityyppi	Rann.piirit(U,T,V,Ky)		Sisä- ja Pohj.-Suomi		Koko maa	
	N	%	N	%	N	%
Sohjoa tiellä, sohjovalit	2	22	0	0	2	11
Irtolunta tiellä, lumivalit, tuiskulunta	0	0	2	22	2	11
Tie kauttaaltaan ohuessa jääkalvossa	6	67	6	67	12	67
Ajourat ohuessa jääkalvossa, tiellä polannekaistaleita	0	0	0	0	0	0
Ajourat paljaat, tiellä polanne- tai jääkaistaleita	0	0	1	11	1	6
Kauttaaltaan tai lähes kauttaaltaan polanteinen	1	11	0	0	1	6
Yht.	9	100	9	100	18	100

Sääjakaumasta voidaan havaita, että tarkastelujaksena lumisateita oli selvästi enemmän (17% v. 91-93 -> 35% v. 97-99) ja räntäsateita vähemmän (21% v. 91-93 -> 12% v. 97-99) kuin vertailujaksolla (taulukko 16). Ilman (taulukko 17) ja tienpinnan lämpötilat (taulukko 18) keskittyivät odotetusti liikkaimpana pidetyn 0°C lähelle.

Taulukko 16. Sääjakauma tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Kirkas tai pilvipouta	44	51	73	55	14	78
Tihku- tai vesisade	2	2	9	7	2	11
Räntäsade	10	12	28	21	0	0
Lumisade	30	35	22	17	2	11
Yht.	86	100	132	100	18	100

Taulukko 17. Ilman lämpötila tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
...+1	12	14	29	22	6	33
väl 0...-1	34	40	45	35	7	39
väl -2...-3	16	19	21	16	2	11
väl -4...-5	9	10	12	9	0	0
väl -6...-7	3	3	7	5	1	6
-8...	12	14	15	12	2	11
Yht.	86	100	129	100	18	100

Taulukko 18. Tien pinnan lämpötila tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
...+1	11	13			4	22
väl 0...-1	34	40			9	50
väl -2...-3	20	23			2	11
väl -4...-5	5	6			0	0
väl -6...-7	5	6			0	0
-8...	11	13			3	17
Yht.	86	100			18	100

Talvikautena Helsingissä aurinko nousee noin klo 6:50 - 10:25 ja laskee noin klo 16:10 - 20:00 (kesäaikaa). Näin ollen Helsingin korkeudella talven ajasta riippuen 35-80% suoritteesta syntyi pimeällä. Oulun korkeudella aurinko nousee 6:40 - 11:30 ja laskee noin klo 15:05 - 20:05, jolloin suoritteesta syntyi 60-80% pimeällä. Onnettomuudet jakautuivat melko johdonmukaisesti suoritteiden mukaan (taulukko 19).

Taulukko 19. Valoisuusjakauma tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Päivänvalo	42	49	59	45	6	33
Hämärä	9	10	21	16	1	6
Pimeä	35	41	52	39	11	61
Yht.	86	100	132	100	18	100

3.3 Kunnossapito

Pohdittaessa "aikaa kunnossapitotoimenpiteestä" (taulukko 20) yksi keskeisiä kysymyksiä on se, tarkoittaako esimerkiksi 3 tunnin aika kunnossapitotoimenpiteestä sitä, että kunnossapitokalusto on ollut liikenteessä vai ei? On nimittäin huomattava, että yhden kunnossapitoa hoitavan auton koko kunnossapitokierros kestää niin kauan, että esimerkiksi voimakkaan jatkuvan lumisateen aikana auto ei yksinkertaisesti ehdi hoitaa samaa tieosuutta uudelleen ennen kuin tienpinta on taas paksun lumikerroksen peittämä. Esimerkiksi Turun tiepiirissä talvihoitourakat on mitoitettu niin, että yksi auto ehtii kiertämään korkeimman hoitoluokan tieosuudet yhden tunnin aikana, mutta yleensä sellaisissakin tilanteissa, joissa keli jatkuu edelleen huonona, siirrytään tämän jälkeen alemmalle tieverkolle, eikä suinkaan aloiteta aiempaa hoitokierrosta alusta uudelleen. Karkeana arviona taulukon 20 pohjalta voisi ajatella, että mikäli aineistosta karsitaan ne tapaukset pois, jossa kunnossapidosta ei ole tietoa, 15% - 30% kuolemaan johtaneista kohtaamisonnettomuuksista on tapahtunut tilanteessa, jossa talvikunnossapito on ollut toiminnassa (taulukko 20).

Taulukko 20. Aika viimeisestä kunnossapitotoimenpiteestä tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Koht.onn. 1997-99		Suist.Onn. 1997-99	
	N	%	N	%
0-1 h	5	6	1	6
1-2 h	4	5	0	0
2-3 h	5	6	1	6
3-4 h	3	3	0	0
4-5 h	5	6	0	0
5-6 h	2	2	0	0
6 h tai yli	15	17	3	17
Ei kunnossapitotoimenpiteitä	22	26	11	61
Ei tiedossa	25	29	2	11
Yhteensä	86	100	18	100

Tielaitoksen toimintalinjojen mukaan päällystettyjen teiden toimenpiderajat urasyvyydelle ovat 15 - 20 mm vuorokausiliikenteestä ja nopeusrajoituksesta riippuen. Näin ollen taulukossa 21 mainittuja urasyvyyksiä voisi pitää varsin kohtuullisina.

Taulukko 21. Tien kulumisurien syvyys tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa.

	Koht.onn. 1997-99		Suist.Onn. 1997-99	
	N	%	N	%
Ei kulumisuria	33	38	9	50
0-5 mm	13	15	5	28
6-10 mm	22	26	3	17
11-20 mm	9	10	1	6
Ei tiedossa	9	10	0	0
Yhteensä	86	100	18	100

3.4 Onnettomuuden tapahtumapaikka

Jäljessä on kuvattu onnettomuuden tapahtumapaikkaa eri tekijöiden valossa. Liikennesuorite koko vuoden aikana jakautuu eri teille seuraavasti: valtatiet 32%, kantatiet 8%, maantiet 18%, paikallistiet 7% sekä kadut ja yksityistiet 35% (yleiset tiet: vt 49%, kt 13%, mt 28%, pt 10%). Suoritteeseen nähden kantateiden kohtaamisonnettomuuksien osuus on hieman korostunut ja odotetusti kaduilla ja yksityisteillä kuolemaan johtaneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia on vähän (taulukko 22).

Taulukko 22. Tieluokat tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Valtatie	42	49	80	61	5	28
Kantatie	18	21	19	14	2	11
Maantie	22	26	20	15	6	33
Paikallistie	1	1	4	3	2	11
Katu tai kaavatie	3	3	8	6	2	11
Yksityistie	0	0	1	1	1	6
Yht.	86	100	132	100	18	100

Yleisten teiden liikennesuorite tiepiireittäin jakautuu seuraavasti: Uusimaa 19%, Turku (Varsinais-Suomen ja Satakunta) 13%, Häme (Kanta-Häme, Pirkanmaa, Päijät-Häme) 14%, Kaakkois-Suomi (Kymenlaakso, Etelä-Karjala, Etelä-Savo) 12%, Savo-Karjala (Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala) 9%, Keski-Suomi 6%, Vaasa (Etelä-Pohjanmaa) 9%, Oulu (Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu) 11% ja Lappi 6%. Suoritteeseen nähden korostuvat etenkin Hämeen seudun kohtaamisonnettomuudet (Kanta-Häme, Pirkanmaa ja Päijät-Häme yhteensä 20%), (taulukko 23). Jako Etelä-, Keski-, ja Pohjois-Suomeen on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 23. Tarkastellut kuolemaan johtaneet talvikelionnettomuudet vuosina 1997–99 maakunnittain.

	Kohtaamisonnettomuudet		Suistumisonnettomuudet	
	N	%	N	%
Uusimaa	12	14	3	17
Varsinais-Suomi	7	8	3	17
Satakunta	2	2	3	17
Kanta-Häme	6	7	1	6
Pirkanmaa	6	7	3	17
Päijät-Häme	5	6	0	0
Kymenlaakso	6	7	0	0
Etelä-Karjala	3	3	0	0
Etelä-Savo	6	7	0	0
Pohjois-Savo	4	5	0	0
Pohjois-Karjala	5	6	0	0
Keski-Suomi	4	5	2	11
Etelä-Pohjanmaa	4	5	0	0
Keski-Pohjanmaa	0	0	1	6
Pohjois-Pohjanmaa	5	6	0	0
Kainuu	3	3	0	0
Lappi	8	9	2	11
Yhteensä	86	100	18	100

3.5 Ajankohta

Taulukoissa 24 ja 25 on tarkasteltu onnettomuuksien ajankohtaa. Tarkasteluajanjaksona kohtaamisonnettomuuksien määrä lokakuussa on selvästi vähentynyt (14% vuosina 91-93 ja 5% vuosina 97-99) ja joului- ja helmikuussa suhteellisesti hieman lisääntynyt.

Taulukko 24. Tarkastellut kuolemaan johtaneet talvikelionnettomuudet kuukausittain.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99 N	1997-99 %	1991-93 N	1991-93 %	1997-99 N	1997-99 %
Lokakuu	4	5	19	14	2	11
Marraskuu	13	15	21	16	2	11
Joulukuu	22	26	24	18	2	11
Tammikuu	12	14	22	17	6	33
Helmikuu	17	20	17	13	1	6
Maaliskuu	11	13	19	14	3	17
Huhtikuu	6	7	10	8	2	11
Toukokuu	1	1	0	0	0	0
Yht.	86	100	132	100	18	100

Tielaitoksen tutkimuksen "Tarkkaileva liikennelaskenta 1984-89" mukaan maaliskuussa valta- ja kantateillä liikennesuoritteesta syntyi kello 0-7 n. 10%, klo 7-16 n. 55% ja klo 16-24 n. 35%. Siihen nähden kohtaamisonnettomuudet jakautuvat kellon ajan mukaan varsin tarkkaan suoritteiden mukaisesti, mutta suistumisonnettomuudet painottuvat aamuyön tunneille (taulukko 25). Viikopäivittäin tarkasteltuna (liite 2) kohtaamisonnettomuudet näyttäisivät painottuvan hieman enemmän alkuviikolle kuin aiemmin (ma-to 56% vuosina 91-93 ja 71% vuosina 97-99).

Taulukko 25. Tarkastellut kuolemaan johtaneet talvikelionnettomuudet tunneittain.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Klo 0-7	3	3	7	5	5	28
Klo 7-16	48	56	74	56	7	39
Klo 16-24	35	41	51	39	6	33
Yht.	86	100	132	100	18	100

3.6 Ajokokemus ja taustatiedot

Tutkimustietoa erilaisten kuljettajatyypin ajamista liikennesuoritteista on varsin vähän. VTT:ssä vuonna 1999 julkaistussa tutkimuksessa "Rikos ja rangaistus, vakaviin liikenneonnettomuuksiin v. 1992-1996 joutuneiden kuljettajien liikenneonnettomuudet" [Mäkinen & Wuolijoki 1999] on tien päällä tehdyllä satunnaisotannalla tutkittu erilaisten kuljettajakohtaisten taustamuuttujien yleisyyttä. Satunnaisotannalla haastateltiin 1191 henkilö- ja pakettiautojen kuljettajaa.

Satunnaisotantaan perustuneen ikäjakauman mukaan tiellä liikkuneista alle 20-vuotiaita oli 2%, 20-24 v. 8%, 25-39 v. 35%, 40-59v. 44%, 60-69 v. 8% ja yli 70 v. 2%. Kuten monissa muissakin tutkimuksissa, myös seuraavien taulukoiden valossa näyttäisi siltä, että hyvin nuoret ja vanhat kuljettajat ovat riskialtein ryhmä. Erityisesti on syytä huomata, että jopa 22% suistumisonnettomuuksista oli 18-19 -vuotiaiden ajamia (taulukko 26).

Taulukko 26. Osallisten ikäjakauma tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997-99.

	Kohtaamisonnettomuudet		Suistumisonnett.
	Pääaiheuttaja (%)	Vastapuoli (%)	Kuljettaja (%)
18-19 v	8	1	22
20-24 v	9	9	6
25-34 v	22	17	11
35-49 v	29	41	28
50-64 v	19	24	28
yli 65 v	13	7	6
Yhteensä	100	100	100

Edellä mainitussa satunnaisotannassa kuljettajien ajokilometrimäärä vuodessa jakaantui seuraavasti: alle 5000 km 7%, 5000-10000 km 6%, 10000-20000 km 21%, 20000-30000 km 27% ja yli 30000 km 40%. Pääaiheuttajien ajokokemus jakaantui lähes samalla tavalla (taulukko 27).

Taulukko 27. Pääaiheuttajien vuotuinen ajomäärä tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
1000-4999 km	3	3	1	6
5000-9999 km	8	9	0	0
10 000-14 999 km	6	7	1	6
15 000-19 999 km	7	8	3	17
20 000-29 999 km	11	13	2	11
30 000 km tai enemmän	27	31	4	22
ei tiedossa	24	28	7	39
Yhteensä	86	100	18	100

Edelleen kuljettajien kokonaisajomäärä moottoriajoneuvolla jakaantui satunnaisotannan mukaisesti seuraavasti: alle 10000 km 2%, 10000-50000 km 6%, 50000-100000 km 9%, 100000-300000 km 21%, yli 300000 km 51%. Myös ajokokemus näin tarkasteltuna jakaantuu onnettomuustaulukoiden (liite 2) mukaan lähes samalla tavalla. Alle 10 000 km ajaneiden onnettomuusmäärät ovat suhteellisen korkeat, varsinkin suistumisonnettomuuksissa. Aineiston pienuuden johdosta havaintoa ei voida pitää merkittävänä, mutta se tukee toisaalta sitä kokemuksen puutteen merkitystä, mikä jo ikäjakamien osalta havaittiin.

Mieskuljettajien osuus tarkastelluista kohtaamisonnettomuuksista vastaa hyvin miesten osuutta ajoneuvosuoritteesta (taulukko 28). Edellä mainitun satunnaisotannan perusteella 77% tiellä liikkuneista kuljettajista oli miehiä. Suistumisonnettomuuksissa miesten osuus on hieman satunnaisotannan osuutta suurempi.

Taulukko 28. Mieskuljettajien %-osuus tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

Kohtaamisonnettomuudet				Suist.onn.
Pääaiheuttajista		Vastapuolista		
1991-93	1997-99	1991-93	1997-99	1997-99
67	78	90	76	86

Liikenne-rangaistusten määrät satunnaisotannalla valitussa aineistossa olivat seuraavat:: ei rangaistuksia 58%, 1 rangaistus 20%, 2 rangaistusta 10% ja 3 rangaistusta tai enemmän 12%. Alla olevassa taulukossa vastaavat osuudet kohtaamisonnettomuuksissa ovat 56%, 21%, 8% ja 15%, kun kokonaismäärästä on karsittu ne, joiden rangaistustausta ei ollut tiedossa. Onnettomuuden pääaiheuttajien rangaistustaustat vastaavat siis tältä osin varsin hyvin satunnaisotannalla valittujen kuljettajien saamia rangaistusmääriä. Tosin on huomattava että onnettomuusaineiston rangaistukset käsittivät viimeisen viiden vuoden aikana saatuja rangaistuksia, kun satunnaisotannassa rangaistuksen saantiaikaa ei oltu rajattu. Liikennevahingot (liite 2) jakautuvat melko samantyyppisesti liikenne-rangaistusten kanssa (taulukko 29).

Taulukko 29. Liikenne-rangaistukset onnettomuuksien pääaiheuttajilla tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
Ei yhtään	41	48	10	56
1 rangaistus	15	17	4	22
2 rangaistusta	6	7	0	0
3 rangaistusta	4	5	1	6
4 rangaistusta	2	2	0	0
5 rangaistusta	2	2	0	0
7 rangaistusta tai enemmän	3	3	1	6
Ei tiedossa	13	15	2	11
Yhteensä	86	100	18	100

Tilastokeskuksen mukaan n. 60 %:lla yli 18 vuotiaista on jonkintasoinen loppututkinto. Luku vastaa kohtaamisonnettomuuksien pääaiheuttajan taustatietoja (liite 2), mutta suistumisonnettomuuksissa vain kansa-, keski- tai peruskoulun käyneiden osuus on yllättävän suuri, jopa kaksi kolmasosaa aineistosta.

Korkeat tilannenopeudet kohtaamisonnettomuuksissa ovat kasvaneet (36% vuosina 1991-93 ja 53% 1997-99) selvästi (taulukko 31). Kohtaamisonnettomuuksissa ylinopeutta ajoi 21% pääaiheuttajista ja suistumisonnettomuuksissa 33% pääaiheuttajista (taulukko 30).

Taulukko 30. Ylinopeus tai pääaiheuttajan tilannenopeus keskeisenä riskitekijänä kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99 N	1997-99 %	1991-93 N	1991-93 %	1997-99 N	1997-99 %
Pääaiheuttajan tilannenopeus	46	53	48	36	15	83
Ylinopeutta pääaiheuttajalla	18	21	20	15	6	33
Ylinopeutta vastapuolella	8	9	7	5		
Pääaiheuttajan tilannenopeus tai vastapuolen ylinopeus	49	57	noin 51	noin 39		

Viides kohtaamisonnettomuuksissa ja peräti kaksi kolmasosaa suistumisonnettomuuksissa kuolleista ei ollut käyttänyt turvavyötä (taulukko 31). Noin 7% kohtaamisonnettomuuksissa kuolleista (111 kuollutta) ja 11% suistumisonnettomuuksissa kuolleista (19 kuollutta) olisi pelastunut varmasti tai todennäköisesti turvavyötä käyttämällä (taulukon 32 perusteella).

Taulukko 31. Turvavyö käytössä tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa kuolleilla vuosina 1997–99.

	N	%
Kohtaamisonnettomuudet	85 (2 ei tiedossa)	77
Suistumisonnettomuudet	7	39

Taulukko 32. Turvavyön käytön vaikutus uhreille, joilla vyö ei ollut käytössä

	Kohtaamisonnett.		Suistumisonnett.	
	N	%	N	%
Kuolemalta pelastuminen varmuudella	3	13	2	17
Kuolemalta pelastuminen todennäköisesti	5	21	0	0
Kuolemalta pelastuminen mahdollisesti	6	25	1	8
Ei vaikutusta	10	42	9	75
Yhteensä	24	100	12	100

Taulukkoon 33 on vielä koottu yhteenvedonomaisesti eräitä keskeisiä taustamuuttujia onnettomuuden pääaiheuttajista ja onnettomuuden vastapuolisista.

Taulukko 33. Henkilöautojen keskinäisten kohtaamisonnettomuuksien vertailua (N=59 vuosina 1991–93 ja N=42 vuosina 1997–99). Kuolemaan johtaneet kohtaamis- ja suistumisonnettomuudet, joissa talvikeli oli keskeinen onnettomuuteen vaikuttava tekijä.

	Pääaiheuttajista				Vastapuolista			
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93
	N	%	N	%	N	%	N	%
Naiskuljettaja	12	29	24	41	16	38	9	15
Alle 25-vuotias	8	19	18	30	6	14	8	14
Yli 64-vuotias	4	10	4	7	5	12	1	1
Ajokokemusta alle 10 000 km	3	7	8	14	0	0	0	0
Ajoi ylinopeutta	6	14	8	13	2	5	2	4

3.7 Renkaat ja ajoneuvo

Kohtaamisonnettomuuksissa, joissa henkilöauto on ollut pääaiheuttajana, 64 % renkaista on ollut puutteellisia. Vastaava luku suistumisonnettomuuksissa on 72%. Puutteita on kuvattu taulukossa 34. Edellä mainittuja prosenttiosuuksia ei voi suoraan laskea taulukosta, koska useassa tapauksessa renkaissa oli erityyppisiä puutteita. Lukuja voi pitää erittäin korkeina. Näiden tulosten valossa on syytä uskoa, että renkaan ja tien välisen kitkan parantamiseksi voitaisiin tehokkaasti vaikuttaa myös rengasasioita koskevaa valistusta ja valvontaa lisäämällä.

Taulukko 34. Puutteet henkilöautojen renkaissa henkilöautojen aiheuttamissa kuolemaan johtaneissa talvikeliä kohtamisiin ja suistumisonnettomuuksissa. Henkilöautojen aiheuttamia kohtaamisonnettomuuksia oli 67 kpl. Näissä onnettomuuksissa vastapuolena oli henkilöauto 57 tapauksessa.

	Pääaiheuttaja		Vastapuoli		Suist.onn.
	1997-99	1991-93	1997-99	1991-93	1997-99
	N=67	N=110	N=57	N=77	N=18
	%	%	%	%	%
Kesärenkaat	9	13	5	11	22
Laiton yhdistelmä	4	3	0	0	6
Urasvyvyys max 1,6 mm	7	6	0	0	6
Urasvyvyys 2-3 mm	16	19	9	12	11
Eri tavoin kuluneet	24	18	9	7	28
Nastaulkonema alle 0,5 mm	36	20	14	15	33
Nastat loppuunkuluneet, kaatune	25	23	12	9	39
Paineissa huomautettavaa	24	46	21	39	28
Selvä paineenvajaus	10	20	9	19	17
Renkaat nastattomat	21	20	11	14	28

Suoritteet eri ajoneuvotyypeille yleisillä teillä jakautuvat seuraavasti: henkilöautot 85 %, kuorma-autot 6 %, pakettiautot 8 % ja linja-autot 1 % (yleiset tiet: ha 85 %, ka 6%, pa 8%, la 1%). Suoritteeseen nähden kuorma-autojen osuus (pääaiheuttaja) on kohtaamisonnettomuuksissa suurin (12%), (taulukko 35). Liitteessä 2 on lueteltu myös toisen osallisen ajoneuvotyytit.

Taulukko 35. Pääaiheuttajan ajoneuvotyytit kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa

	Kohtaamisonnettomuudet				Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Henkilöauto	67	78	110	83	16	89
Pakettiauto	4	5	8	6	0	0
Kuorma-auto	3	3	3	2	0	0
Kuorma-auto + pv	8	9	9	7	1	6
Linja-auto	2	2	2	2	1	6
Muu	2	2	0	0	0	0
Yht.	86	100	132	100	18	100

3.8 Liikenne

Yleisillä teillä (suurin osa tarkasteltavista onnettomuuksista tapahtui yleisillä teillä) keskimääräinen tuntiliikenne jakautuu koko vuoden liikennesuoritteen suhteen taulukon 36 mukaisesti.

Taulukko 36. Tuntiliikenteen jakautuminen koko vuoden liikennesuoritteen suhteen yleisillä teillä (ma/h = moottoriajoneuvoa tunnissa).

ma/h	Valta	Kanta	Seutu	Yhdys	Kaikki tiet
alle 5	0 %	0 %	0 %	10 %	2 %
5-20	0 %	2 %	9 %	30 %	8 %
20-50	2 %	13 %	23 %	24 %	12 %
50-100	9 %	20 %	22 %	14 %	14 %
100-300	42 %	30 %	27 %	16 %	33 %
300-500	18 %	5 %	7 %	4 %	12 %
500-1000	19 %	9 %	3 %	1 %	12 %
yli 1000	9 %	21 %	8 %	0 %	9 %

Liikennevahinkojen tutkijalautakuntien aineistossa ilmoitettu tuntiliikenne edustaa onnettomuushetken tuntiliikennettä. Aineistossa on erikseen mainittu, jos liikennemäärä poikkeaa merkittävästi normaalista liikennemäärästä. Merkintöjen mukaan onnettomuushetken liikennemäärät vastasivat pääsääntöisesti onnettomuuspaikan liikennemäärää. Kuitenkin, ottaen huomioon, että onnettomuudet ovat tapahtuneet talvikaudella ja että suistumisonnettomuudet painottuvat enemmän aamuyön tunneille kuin normaali liikennesuorite, on syytä epäillä, että taulukossa 36 kuvatut koko vuoden keskimääräisen liikenteen pohjalta lasketut suoritiedot painottuvat tämän laskennallisen eron vuoksi aavistuksen korkeampiin suoritteisiin kuin onnettomuusilmoitusten suoritteet. Tutkijalautakunta-aineiston mukaan suistumisonnettomuuksista yli puolet (55%) tapahtuu teillä, joiden liikennemäärä on alle 50 ma/h (taulukko 37). Taulukon 36 mukaan näillä teillä suoritteesta syntyy 22%. Kohtaamisonnettomuuksista varsin suuri osa, eli 44 %, osuu tuntiliikennevälille 20-100 moottoriajoneuvoa tunnissa, joka edustaa taulukon 36 mukaan suoritteesta 26%. Tuntiliikennettä tielajeittain on tarkasteltu liitteessä 2.

Taulukko 37. Tuntiliikenne tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talviliikenneonnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
enintään 5 ma/h	0	0	2	11
5-20 ma/h	2	2	4	22
20-50 ma/h	20	23	4	22
50-100 ma/h	18	21	5	28
100-300 ma/h	29	34	2	11
300-500 ma/h	7	8	0	0
500-1000 ma/h	1	1	0	0
ei tiedossa	9	10	1	6
Yhteensä	86	100	18	100

3.9 Tieympäristö

Tieympäristö vaikutti merkittävästi onnettomuuksien seurauksiin vain 4%:ssa kohtaamisonnettomuuksista. Suistumisonnettomuuksissa vastaavasti tieympäristö vaikutti 78%:ssa onnettomuuksista. Kohtaamisonnettomuuksissa tieympäristön kaiteet (taulukko 38) ja suistumisonnettomuuksissa pylväät ja liikennemerkkien kannattimet (taulukko 39) osoittautuivat merkittävimiksi kohtalokkaisiin seurauksiin vaikuttaneiksi rakenteiksi.

Taulukko 38. Seurauksiin vaikuttaneet rakenteet tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelin kohtaamisonnettomuuksissa.

	N	%
kaide, kaiteen pää	3	3
ei mikään	81	94
muu	1	1
ei tiedossa	1	1
Yht.	86	100

Taulukko 39. Seurauksiin vaikuttaneet rakenteet tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelin suistumisonnettomuuksissa.

	N	%
kaide, kaiteen pää	1	6
pylväs/liik.merkin kannatin	6	33
ojan muoto, liittymä rumpu	3	17
puut	3	17
ei mikään	4	22
muu	1	6
Yht.	18	100

3.10 Avaintapahtuma

Ajoneuvon käsittelyvirheet johtivat 85%:iin talvikelien kuolemaan johtaneista kohtaamisonnettomuuksista 1997-99. Suistumisonnettomuuksissa käsittelyvirheiden ohella merkittäviksi nousivat osallisen ennakointi ja arviointivirheet.

Taulukko 40. Avaintapahtumat tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Koht.onn. 1997-99		Suist.onn. 1997-99	
	N	%	N	%
Osallisen havaintovirhe	2	2	1	6
Osallisen ennakointi- ja arviointivirheet	10	12	7	39
Ajoneuvon käsittelyvirheet tai ajotoiminnot	73	85	10	56
Liikenneympäristöstä syntyneet tapahtumat	1	1	0	0
Yhteensä	86	100	18	100

Kohtaamisonnettomuuksissa avaintapahtuman liikennetilanteessa eniten kasvua verrattuna aikaisempaan tarkasteluajankohtaan oli tilanteessa "Eteenpäin ajo suoralla" (36% vuosina 1991-93 ja 47% vuosina 1997-99) ja peräänajon välttäminen (8% vuosina 1991-93 ja 19% vuosina 1997-99), (taulukko 41).

Taulukko 41. Avaintapahtuman liikennetilanteet tarkastelluissa kuolemaan johtaneissa talvikelionnettomuuksissa.

	Koht.onn. 1997-99		Koht.onn. 1991-93		Suist.onn. 1997-99	
	N	%	N	%	N	%
Eteenpäin ajo kaarteessa	22	26	50	38	10	56
Eteenpäin ajo suoralla	40	47	48	36	6	33
Ohituksen peruminen	3	3	8	6	0	0
Ohituksesta paluu	0	0	6	5	0	0
Ohitushetki	5	6	2	2	1	6
Peräänajon välttäminen	16	19	11	8	1	6
Jalankulkijan, polkupyöräilijän tai	0	0	7	5	0	0
Yhteensä	86	100	132	100	18	100

Niiltä osin, kun tämän luvun taulukoissa voitiin verrata vuosien 1997-99 kuolemaan johtaneita talvikelien kohtaamisonnettomuuksia vuosien 1991-93 vastaavaan aineistoon, ei tilastollisesti merkittäviä eroja (X^2 -testi) löytynyt.

4 LIIKENNETURVALLISUUS ERI HOITOLUOKISSA

Johtopäätöksiä luvusta:

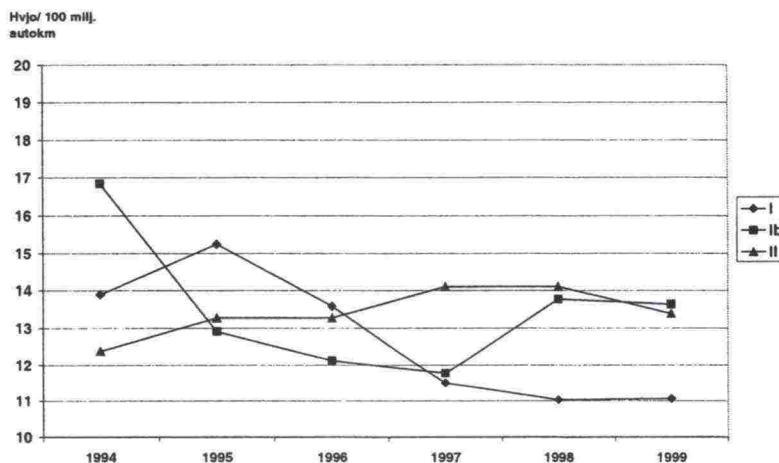
- Hoitoluokkien I-II onnettomuuskehitys oli varsin maltillista 1994-99.
- Onnettomuustiheys kasvaa liikennemäärän funktiona eri tieluokissa niin tasaisesti, että on vaikea löytää mitään sellaisia nykyisestä hoitoluokka-jaosta poikkeavia liikennemäärärajoja, joilla voitaisiin saada aikaan merkittäviä liikenneturvallisuushyötyjä.
- Seututeillä kvI -luokkien 3500-4750 ajoneuvoa/vrk talvikelien hvj -onnettomuustiheys nousi hieman normaalitasosta. Ilmiö toistui kuitenkin varsin voimakkaana myös kesäkuukausien (kesäkelien) aikana.

4.1 Onnettomuuskehitys kunnossapitoluokissa I, Ib ja II

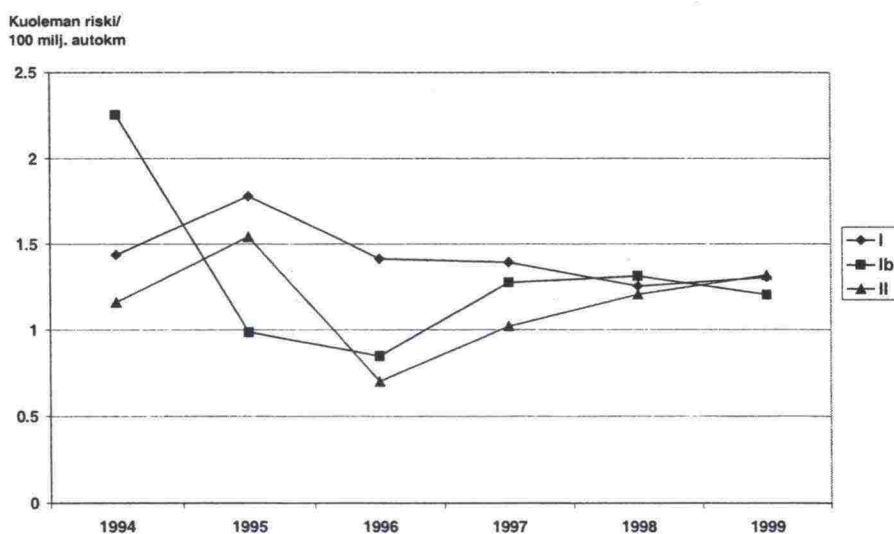
Tässä luvussa on tarkasteltu hoitoluokkien I-II onnettomuuskehitystä. Hoitoluokan I tiet pyritään talvella normaalisti pitämään paljaina, mutta yöllä tästä vaatimuksesta voidaan tinkiä. Hoitoluokassa Ib tiet ovat osan talvea lumipintaisia. Ylempään luokkaan I nähden luokassa Ib suolan käyttöä on rajoitettu voimakkaasti. Hoitoluokassa II tiet ovat pääosin lumipintaisia talvikelien aikaan.

Kuvissa 8-10 riskit on laskettu siten, että onnettomuudet on osoitettu hoitoluokille 1.1.2000 tieverkon tilanteen mukaan (todelliset hoitoluokat, ei vain vuorokausiliikenteen mukaan määrätyt), mutta suoritteet on saatu kunkin vuoden tieverkon mukaisesti.

Hvjo -riski hoitoluokassa II (kuva 8) on kehittynyt maltillisimmin, samalla kun viime vuosina I-luokan hvjo -riski on hieman kasvanut ja Ib-luokan hvjo -riski pienentynyt. Viimeisen kolmen vuoden aikana muutokset eri hoitoluokkien liikennekuolemien riskeissä (kuva 9) ovat olleet varsin pieniä.



Kuva 8. Hvj -onnettomuuksien riski talvikuukausina 1994-98 talvihoitoluokissa I - II



Kuva 9. Liikennekuolemien riski talvikuukausina 1994-99 talvihoitoluokissa I - II

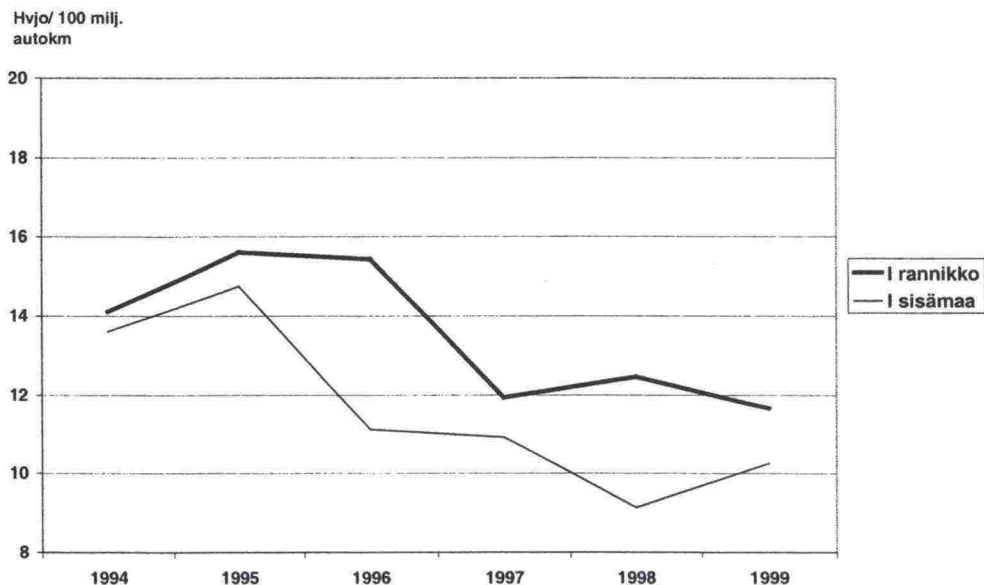
Taulukko 42. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrät talvikuukausina 1994-99 hoitoluokissa I-II.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
I, hvjo	309	334	307	272	281	296
Ib, hvjo	426	366	343	341	398	407
II, hvjo	309	284	284	290	292	284
I, kuol.	32	39	32	33	32	35
Ib, kuol.	57	28	24	37	38	36
II, kuol.	29	33	15	21	25	28

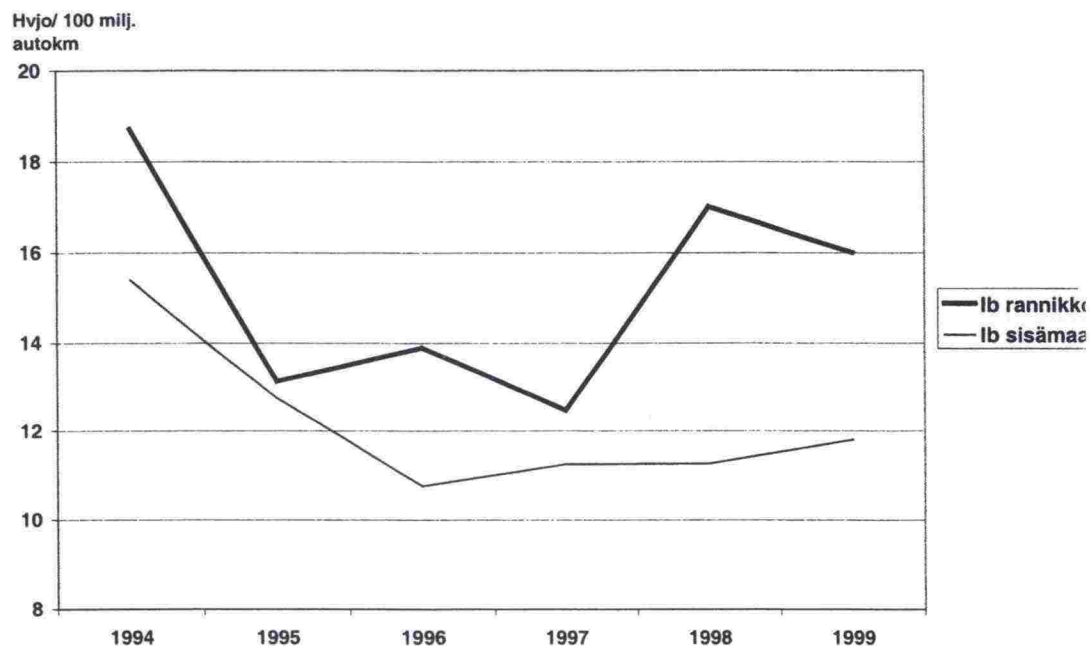
4.2 Hoitoluokat ja rannikko

Jäljessä on tarkasteltu hoitoluokkien hvjo -riskejä talvikuukausina erikseen rannikolla ja sisämaassa. Onnettomuudet on laskettu käyttäen vuosien 1994-99 onnettomuustietokantaa, jossa hoitoluokat on määritetty 1.1.2000 tilanteen mukaan. Suoritteet hoitoluokittain ja vuosittain on saatu Tielaitoksen "Yleiset tiet" julkaisuista. Hoitoluokkien suoritteet on jaettu rannikolle ja sisämaalle niiden suhteiden mukaan, jotka olivat voimassa 1.1.2000. Kuvis-
sa 9-11 tarkastellaan hoitoluokkia erikseen ja liitteessä 4 on yhdistetty rannikko ja sisämaa omiksi kuvikseen.

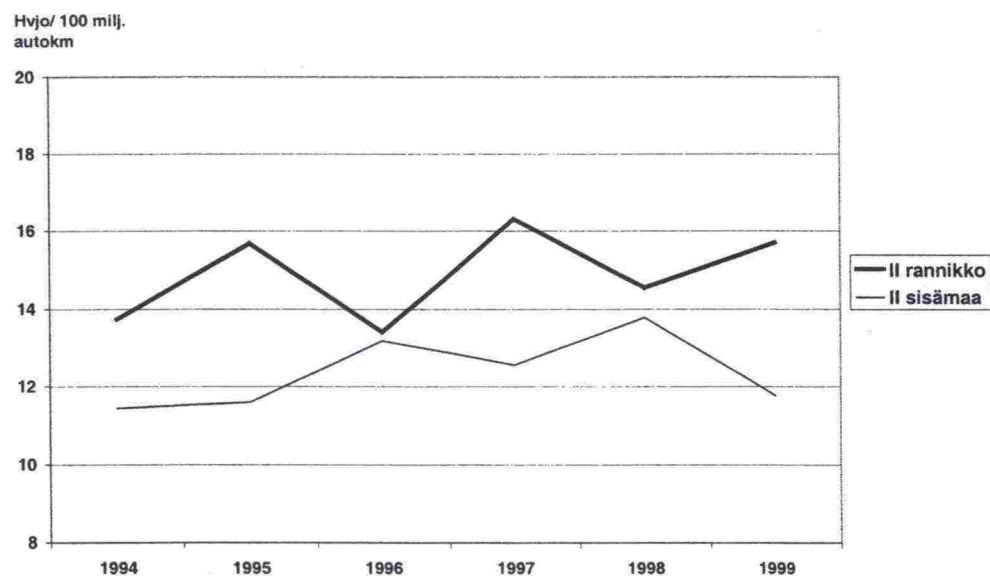
Kuten kuvista voi havaita, riskit eri hoitoluokissa ovat vaihdelleet vuosittain eri tavoin, joten pidemmällä aikavälillä on vaikea tehdä eroa eri hoitoluokkien riskeistä rannikolla ja sisämaassa. Kuten aiemmin tässä tutkimuksessa on jo todettu, riskit rannikolla ovat pääsääntöisesti hieman sisämaata korkeammalla. Viime vuosina (1998-99) rannikon Ib-hoitoluokan riski on ollut jonkin verran muiden hoitoluokkien rannikko-ristejä korkeammalla ja selvästi Ib-luokan vastaavaa sisämaan riskiä korkeammalla. Vuonna 1999 rannikon II-hoitoluokan riski oli selvästi II-luokan sisämaan riskiä korkeampi. Taulukko: Henkilövahinko-onnettomuudet numeroina (yleiset tiet, talvikuukaudet)



Kuva 10. Hoitoluokan I hvjo -riskin kehitys rannikolla ja sisämaassa.



Kuva 11. Hoitoluokan Ib hvjo -riskin kehitys rannikolla ja sisämaassa.



Kuva 12. Hoitoluokan II hvjo -riskin kehitys rannikolla ja sisämaassa.

Taulukko 43. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrät talvikuukausina 1994-99 hoitoluokissa I-II rannikolla ja sisämaassa.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
I rannikko, hvjo	179	195	199	161	181	178
I sisämaa, hvjo	130	139	108	111	100	118
II rannikko, hvjo	206	162	171	157	214	208
II sisämaa, hvjo	220	204	172	184	184	199
III rannikko, hvjo	141	138	118	138	124	137
III sisämaa, hvjo	168	146	166	152	168	147

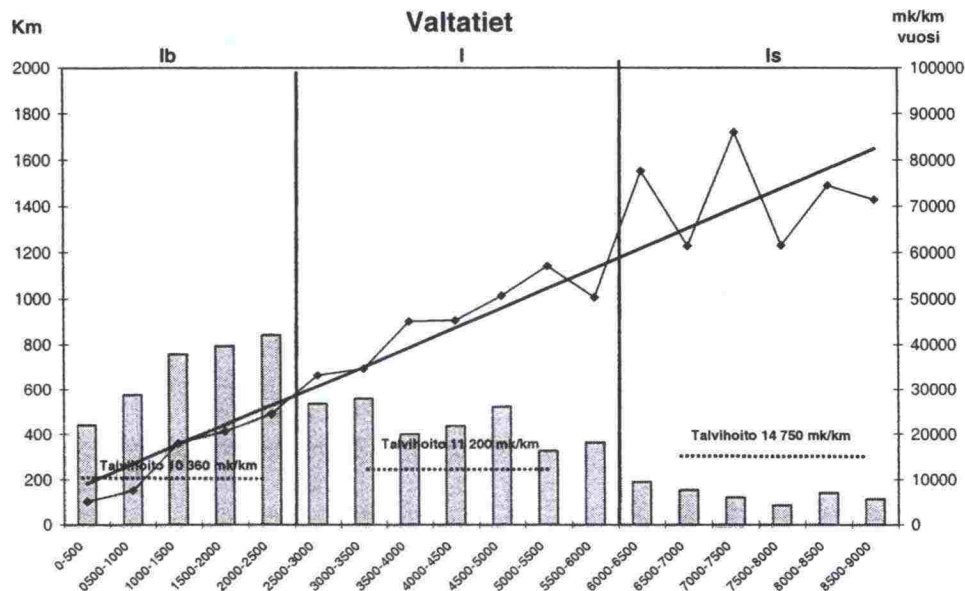
4.3 Talvikelionnettomuudet ja onnettomuuskustannukset

Jäljessä olevissa kuvissa on verrattu tieluokittain talvikelien henkilövahinkoonnettomuuksien kustannuksia kilometriä kohden (yksiköt taulukon oikeassa laidassa) kvl -luokittain (vaaka-akselilla) talvihoidon kustannuksiin. Tiekilometrien määrä kussakin kvl -luokassa on merkitty pylväin (yksiköt taulukon vasemmassa laidassa). Talvihoidon kustannukset on esitetty Uudenmaan tiepiirin talvien 1998-99 ja 1999-00 perusteella tekemien laskelmien mukaan. Kustannuksia ei voi verrata kuitenkaan suoraan toisiinsa, sillä talvikeli oli pääasiallinen syy vain harvassa onnettomuudessa.

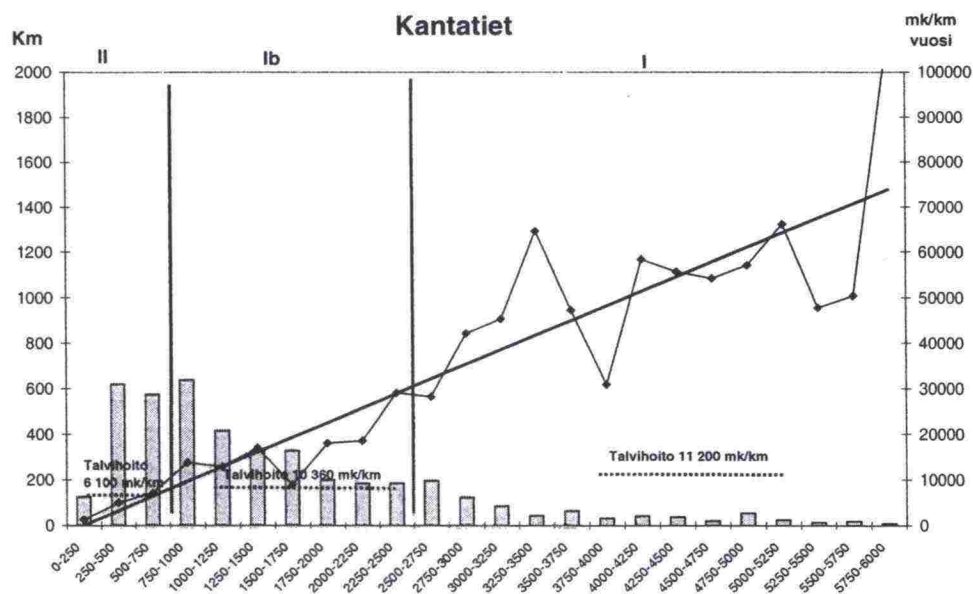
Onnettomuuskustannukset kasvoivat tasaisesti suoritteiden mukaan. Ainoastaan seututeillä, kvl -luokassa 3500-4750 ajon./vrk, on nähtävissä trendistä poikkeava onnettomuuskustannusten kasvu. Liitteessä 5 on eritelty kyseiset tieosuudet.

Laskelmissa henkilövahinkoon johtaneen onnettomuuden kustannukseksi on oletettu 975 800 mk ja liikennekuoleman kustannukseksi 7 800 000 mk.

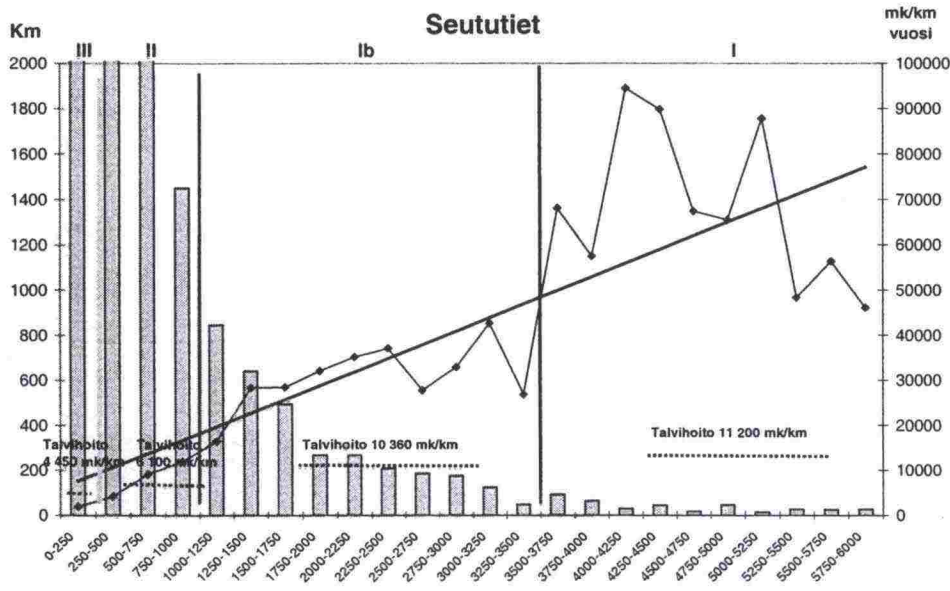
Taulukoissa ei ole moottoriteitä. Vuosina 1994-99 moottoriteiden hvjo -kustannus/km oli keskimäärin 114 133 mk (vuosittain keskimäärin 35 hvjo). Moottoriteiden talvihoito maksoi 24 400 mk/km.



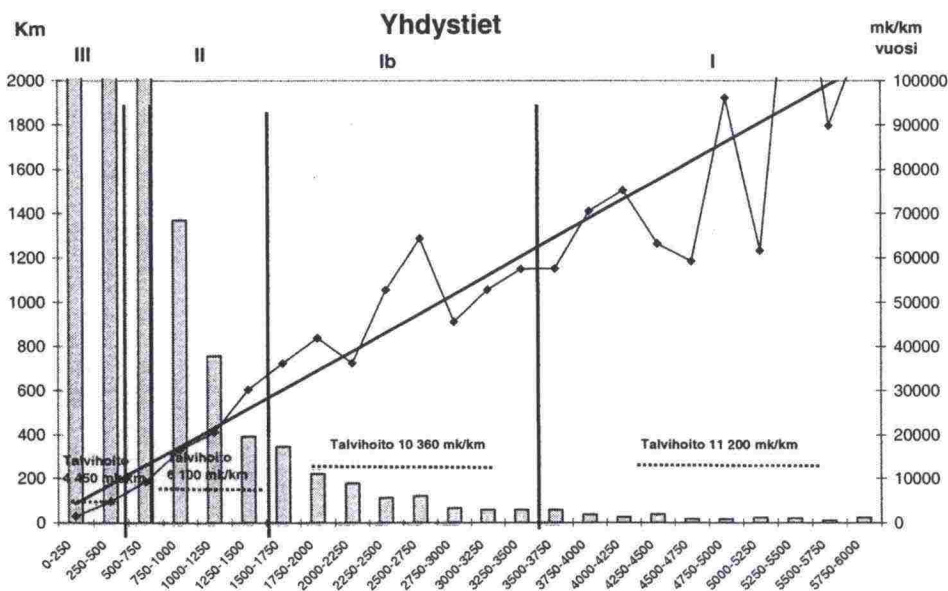
Kuva 13. Talvikeliä henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien vuosikustannukset kilometriä kohden eri liikennemääräluokissa valtateillä vuosina 1994-99.



Kuva 14. Talvikeliä henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien vuosikustannukset kilometriä kohden eri liikennemääräluokissa kantateillä vuosina 1994-99.



Kuva 15. Talvikeliä henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien vuosikustannukset kilometriä kohden eri liikennemääräluokissa seututeillä vuosina 1994-99.



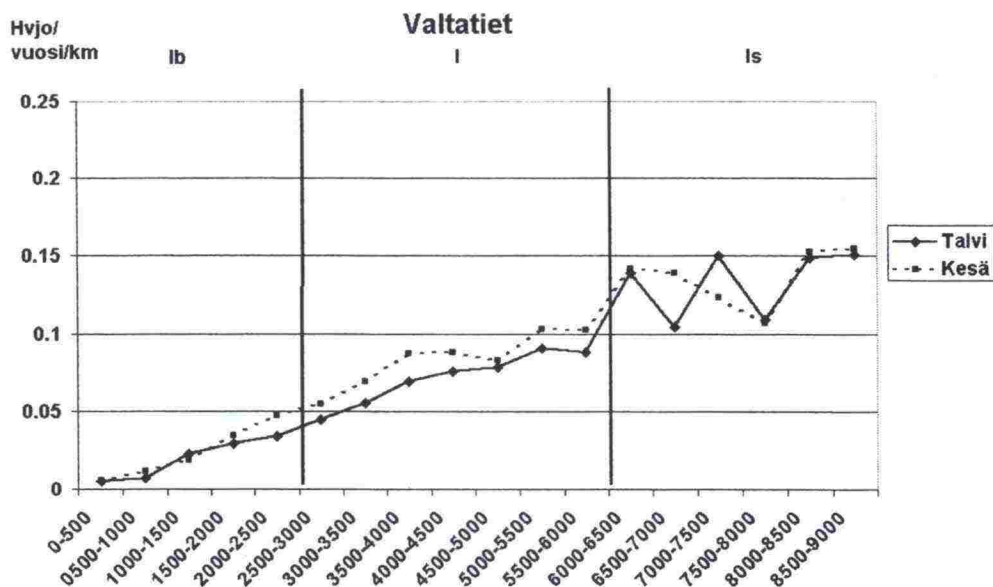
Kuva 16. Talvikeliä henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien vuosikustannukset kilometriä kohden eri liikennemääräluokissa yhdysteillä vuosina 1994-99.

Taulukko 44. Hvj -onnettomuudet (ilman moottoriteitä) tie- ja kvl-luokittain vuosina 94-99 yhteensä.

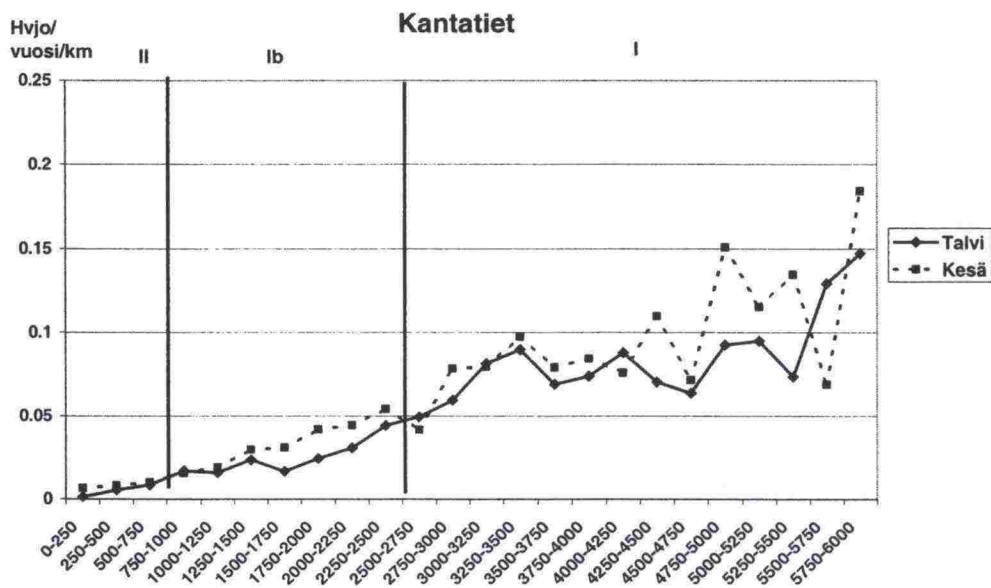
	0-500	0500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-2500	2500-3000	3000-3500	3500-4000	4000-4500	4500-5000	5000-5500	5500-6000
Valta	14	27	84	101	127	110	120	111	122	163	115	113
Kanta	20	79	67	40	54	66	41	25	28	26	14	12
Seutu	107	230	198	140	106	68	41	62	43	26	16	17
Yhdys	543	304	169	134	77	67	40	37	27	16	27	22

4.4 Talvi- ja kesäkuukausien henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien tiheydet tie-, kunnossapito- ja vuorokausiliikenneluokittain vuosina 1994-99

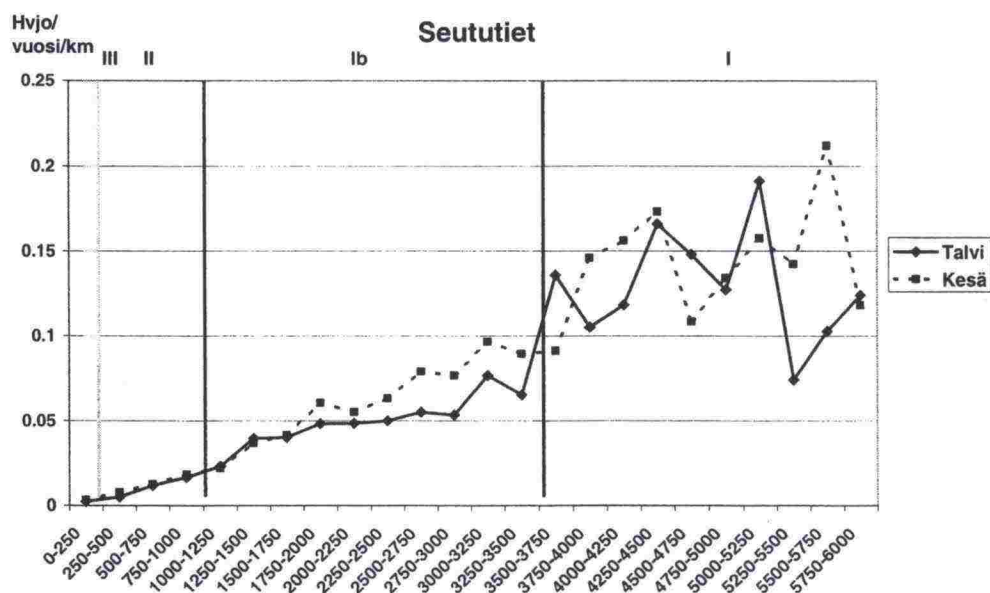
Jäljessä on verrattu toisiinsa talvi- ja kesäkuukausien hvj -onnettomuustiheyksiä eri tietyypeillä ja ohjeen mukaisissa hoitoluokissa. Talvikaudet ovat loka-maaliskuu ja kesäkuukaudet huhti - syyskuu. Onnettomuustiheydet näyttävät käyttäytyvän varsin samantyyppisesti sekä kesä- että talvikautena.



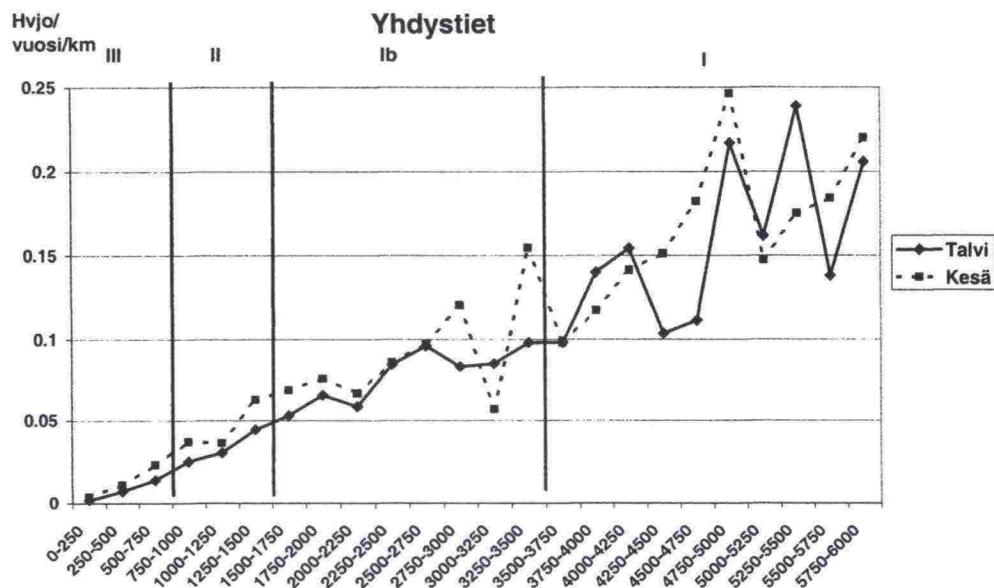
Kuva 17. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien tiheys (vuosikeskiarvo 1994-99/ km) talvi- ja kesäkuukausina eri liikennemääräluokissa valtateilla.



Kuva 18. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien tiheys (vuosikeskiarvo 1994-99/ km) talvi- ja kesäkuukausina eri liikennemääräluokissa kantateillä.



Kuva 19. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien tiheys (vuosikeskiarvo 1994-99/ km) talvi- ja kesäkuukausina eri liikennemääräluokissa seututeillä.



Kuva 20. Henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien tiheys (vuosikeskiarvo 1994-99/ km) talvi- ja kesäkuukausina eri liikennemääräluokissa yhdysteillä.

Taulukko 45. Hvj -onnettomuusmäärät ilman moottoriteitä eri tie- ja kvl-luokilla 1994-99.

	0-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-2500	2500-3000	3000-3500	3500-4000	4000-4500	4500-5000	5000-5500	5500-6000
Valta, talvi	14	26	104	141	171	144	185	166	198	245	178	193
Valta, kesä	15	42	87	167	238	175	233	210	231	260	202	225
Kanta, talvi	21	94	86	62	83	102	65	41	38	38	20	23
Kanta, kesä	35	95	106	111	109	107	66	47	44	58	28	18
Seutu, talvi	125	299	272	198	141	119	77	117	67	51	29	37
Seutu, kesä	188	329	255	222	169	171	99	108	76	49	37	53
Yhdys, talvi	737	453	244	197	121	104	65	66	48	33	53	38
Yhdys, kesä	1325	711	314	244	131	120	75	61	57	43	43	43

5 TALVIHOITO JA KELINTUNNISTUS

Johtopäätöksiä luvusta:

- Koska yksikään käytettävissä oleva kelinarviointitekniikka ei pysty edes optimaalisella teknisellä toimivuudella täyttämään kaikkea keliin liittyvää informaatiotarvetta, ei ole syytä paneutua yhden ainoan tekniikan kehittämiseen muiden tekniikoiden kustannuksella.
- Koska kelinarviointi pohjautuu eri tekniikoilla saatavan informaation yhdistämiseen, voisi tämän informaation systemaattisempi, analyttisempi ja automatisoidumpi käsittely tuoda merkittävää lisäarvoa kelinarviointiin.
- Tekniikoiden kehittelyn kannalta eräs suuri aukko löytyy tutkijan työpöydän ja maantien väliltä, tekniikoita olisi pystyttävä testaamaan kontrolloiduissa olosuhteissa ns. säähuoneissa.
- Sääindeksit ja talvihoidon laadunseurantatietokannasta saatavat kitka-
alitusmäärät korreloivat huonosti talvikelien onnettomuusmääriin.

Tässä luvussa on pohdittu kelintunnistuksen ongelmia ja mahdollisuuksia sekä tarkasteltu sääindeksin ja talvikelionnettomuuksien sekä kitkamittaus-
tulosten ja talvikelionnettomuuksien yhteyttä. Luvun 5.1 kelintunnistusta koskeva tarkastelu perustuu VTT:n tutkijoista kootun asiantuntijaryhmän mietintöön.

5.1 Talvihoidon ongelmat ja kelintunnistus

Teiden talvihoidolla tienpitäjä pyrkii ylläpitämään liikenteen sujuvuuden ja riittävän liikenneturvallisuustason talvellakin. Turvallisuuden ylläpitämiseksi tienpitäjä pyrkii vähentämään sellaisia kelejä, joilla on korkea onnettomuus-
riski, sekä toisaalta myös vähentämään vaarallisten keliä riskiä puuttumatta itse keliin.

Turvallisuuden parantamiseksi talvikeleillä tienpitäjän on tiedettävä:

- ♦ Millaiset ovat eri keliä onnettomuusriskit?
- ♦ Millainen olisi talvihoidon kannalta toimiva hoito- ja keliluokittelu?
- ♦ Miten ennakoidaan vaarallisten keliä syntyä?
- ♦ Millä keinoin torjutaan vaarallisten keliä syntyä?
- ♦ Miten tienpitäjän toimenpiteet vaikuttavat onnettomuusriskiin eri keleillä?
- ♦ Miten tienpitäjän toimet vaikuttavat eri keliä liikennesuoritteeseen?
- ♦ Miten liukkaan (tai muuten vaarallisen) keliä osuuden muuttuminen vaikuttaa ko. keliä onnettomuusriskiin (liukkaus on sitä vaarallisempaa mitä harvemmin sitä esiintyy)?

Kaikissa edellä mainituissa kohdissa kelin tunnistaminen on tärkeää. Kunnossapitäjän välittömien tarpeiden kannalta on tärkeää tietää a) mikä on keli tässä ja nyt sekä b) osata ennustaa keli 0,5-3 tuntia etukäteen. Seurannalla selvitetään lisäksi eri keliön onnettomuusriskiä (jotta tiedetään mihin on turvallisuuden kannalta panostettava) sekä kunnossapitotoimien tehokkuutta (jotta tiedetään mitä ja milloin pitää tehdä).

5.1.1 Kelintunnistuksen menetelmät

Tienpitäjä käyttää kelin arviointiin lähinnä seuraavia menetelmiä:

- **Tiesääasemat**
Tienvarren kiinteät, anturiteknologiaan pohjautuvat kelintunnistuspisteet.
- **Kitkamittaukset**
Liikkuvaan kalustoon liitettävät laitteet, jotka mittaavat kumipyörän ja tien välistä kitkaa liikkeessä.
- **Kelikamerat**
Tienpintaa kuvaavat kamerat, joiden kuvat välittyvät suoraan kelikeskukseen.
- **Meteorologia ja ilmatieteenlaitos**
Tutkii enemmän säätä, minkä avulla edelleen ennustetaan keliä. Käsittää tutkakuvat, ennusteet yms.
- **Kunnossapitäjien/ tiemestarien yms. omat havainnot**

5.1.2 Tiesääasemat

Kelintunnistuksen keskeisimpänä tehtävänä on pyrkiä ennustamaan tai arvioimaan kumirenkaan ja tienpinnan välistä kitkaa (liukkaus, viskositeetin vastus). Tiesääasema ei pysty mittaamaan kitkaa, vaan se tavallaan pyrkii arvaamaan sen. Toisaalta koska kitkan mittausta on vaikea suorittaa millään autonomisella järjestelmällä, varsinainen kitkan mittaus vaatii liikkuvan ajoneuvon ja kuljettajan, joiden kustannukset ovat tiesääasemia huomattavasti kalliimmat. Tämän hetken teknologian tason huomioonottaen tuntuisi selvältä, että jos keliä ja kitkaa jollain tavalla halutaan valtakunnallisesti mitata ja tallentaa, olisi tiedon runkona oltava tiesääasematyyppinen pistekohtainen autonominen havaintoverkko. Tällä hetkellä tiesääasemaverkon kehittäminen on hyvin paljon Vaisalan ja sen anturiteknologian varassa. Miten Vaisalan kelianturiteknologian kehittämistä voisi tukea?

Kelintunnistuksen ja siihen sopivan teknologian kehittämisen keskeisimpiä ongelmia se, että luonnossa tapahtuvien testien testausolosuhteita on vaikea vakioida. Jos keliantureita kehitetään siten, että vuorotellen laboratoriossa rakennetaan kitkan/kelin mittaukseen sopiva järjestelmä ja seuraavana päivänä testataan sitä ulkona tiellä ja jälleen palataan laboratorioon parantamaan prototyyppiä, niin uudelleen testattaessa kitka/keli on ulkona jo aivan

muuta kuin ensimmäisellä kerralla. Laboratorion ja tien välillä on liian pitkä matka, siihen välille tulisi saada olosuhteiden vakioimiseen soveltuva säähuone avuksi. Tällöin saataisiin aina yhden keliominaisuuden mittaustarkkuus kerralla kalibroitua kohdalleen.

5.1.3 Kitkan mittaus

Kitkan mittaamisessa ollaan lähempänä varsinaisen liukkauden mittausta kuin tiesääasemajärjestelmällä. Lisäksi menetelmien keskeisiä eroja on se, että kitkamittaus pystyy havaitsemaan kelin vaihtelun pituussuunnassa (ja poikkisuunnassakin), mutta ei pysty seuraamaan kelin muutosta tietyssä pisteessä, kun taas tiesääasemilla pystytään seuraamaan kelin kehitystä, mutta ei pituussuuntaista vaihtelua. Näiden tarpeiden keskinäisen merkityksen ymmärtäminen auttaisi osaltaan hahmottamaan sitä suhdetta, millä näihin menetelmiin tulisi panostaa. Keliseurannan optimaalinen tiheys sekä ajan että paikan suhteen on siis tunnettava.

Jos kitkamittaus perustuisi liikkuvaan kalustoon ja mitattava tieosuus olisi noin 10 000 kilometriä, ajoneuvojen keskinopeus 100 km/h ja havaintoja tarvittaisiin 15 minuutin välein, niin optimaalisesti (teoriassa) hajautettu kalusto käsittäisi 400 mittalaitetta. Ajatus kitkamittauskaluston liittämisestä linjaliikenneajoneuvoihin ei ole uusi ja siihen liittyy monia ongelmia. Laitteiston huoltaminen jäisi todennäköisesti yhden osapuolen käsiin ja laajalle leviävän kaluston kunnossapito yhden osapuolen toimesta voi olla ongelma. Laitteiston toimintavarmuusvaatimukset olisivat siten korkeat.

Pitkällä aikavälillä olisi optimaalisinta jos kelitieto tuotettaisiin siellä missä sitä tarvitaankin, eli liikkuvassa ajoneuvossa. Henkilöautoissa (joihin autonvalmistajat ovat jo vuosia yrittäneet vastaavia järjestelmiä tuloksetta kehittää) toimiva järjestelmä merkitsisi etenkin yllättävien kelitilanteiden aikaisempaa tehokkaampaa tunnistusta. Mikäli kunnossapitokalusto voitaisiin varustaa toimivalla tunnistusjärjestelmällä, päästäisiin käsiksi todelliseen täsmäkunnossapitoon, esimerkiksi suolamäärää voitaisiin säädellä portaattomasti juuri kyseisen tienkohdan vaatimusten mukaan.

5.1.4 Kelikamerat

Kelikameratekniikan kehittäminen on sikäli tärkeää, että se ainoana informaatiolähteenä kertoo siitä, miltä keli näyttää, eli miten kuljettajat pystyvät keliin sopeutumaan. Kelikamerakuvan automaattinen analysointi tarkoittaisi esimerkiksi sitä, että tietokone vertaisi kuvaa muistissaan olevaan kuvapankkiin, jossa näkyisi kyseinen tienkohta eri keleillä. Kuvapankin luonti voisi olla automaattista siten, että tietokone tallentaisi kuvia muistiin säännöllisin väliajoin ja samalla liittäisi kuvaan mukaan kaikkea mahdollista vallinneeseen keliin liittyvää informaatiota sitä mukaa kun sitä on kertynyt; esim. kitka, näkyvyys, ajankohdan onnettomuushistoria. Automaattisen kuvankäsittelyn ongelmiin kuuluu se, että ohjelman pitäisi pystyä suodattamaan kuvasta pois keliin kuulumattomia elementtejä, esim. liikennettä.

5.1.5 Mikroilmastovaihteluiden hallinta

Kaikilla edellä kuvatuilla menetelmillä pyritään laajempien kielalueiden hahmottamiseen pistemäisillä havainnoilla. Tämän vuoksi tulisi kielalueiden leviämisen (esim. keli muilla kuin pääteillä) ja mikroilmaston lainalaisuudet tuntea ja tutkia mahdollisimman hyvin. Nämä mallit eivät saisi tukeutua yksinomaan pistemäisiin havaintoihin, vaan niiden pitäisi pystyä samalla mittaamaan pistemäisten havaintojen luotettavuutta. Mitkä olisivat tällaisten mallien mahdollisuudet verifioida yksittäisiä kelihavaintoja?

5.1.6 Kelitiedon hallinta

Kelin turvallisuuden arvioimisessa tarvitaan monenlaista tietoa. Liikenneturvallisuuden kannalta meille ei riitä esimerkiksi pelkkä kitkatieto. Meidän pitäisi tietää onko kitka tasainen vai vaihtelee se (pitkittäis- tai poikittaissuunnassa), ja onko kitkan taso helppo havaita vai yllättääkö se.

Kaikkea tietoa kelistä ei saada eikä edes pystytä saamaan yhdellä ainoalla menetelmällä. Tällä hetkellä tämä hajanainen tieto yhdistetään inhimillisellä tavalla kelipäivystäjän päässä arvioksi kelin turvallisuudesta. Tätä informaatiokokonaisuutta käytetään ainoastaan kelin ennustamiseen sen hetken kunnossapitotarpeita silmälläpitäen, mutta tämä tietomäärä ei tallennu mihinkään. Mikäli tätä tietoa kerättäisiin, analysoitaisiin ja tallennettaisiin nykyaikaisen informaatioteknologian keinoin, saattaisi tuloksena olla hyvinkin käyttökelpoinen kelitietokanta, jonka ennustuskykykin karttuisi ajan myötä. Jos automaattisesti pystyttäisiin vertaamaan yksittäisten kelihavaintojen ja havaitun kelin eroja, voitaisiin pitkällä aikavälillä paremmin löytää yksittäisen menetelmän luomia systemaattisia virheitä ja edelleen niitä korjata.

5.1.7 Keliluokittelu, kelin määrittelyn indikaattorit ja tarkkuusvaatimukset

Yksi hajanaisen kelitiedon yhdistämisen edellytyksiä on, että erilainen keli-tieto saadaan yhteismitalliseksi. Lisäksi inhimilliset havainnot kelistä tarkentuvat, jos kelikäsitteistö on yhtenäinen. Työryhmässä tarkasteltiin esimerkkinä kuutta erilaista talvikeliä kuvaavaa kelikuvastoa. Työryhmä uskoi, että kuvasto saattaisi helpottaa jonkin verran kelikäsitteiden yhdenmukaistamista, mutta totesi, että inhimillisen tulokinnan vaihtelut jäänevät kuitenkin edelleen suuriksi.

Kelintunnistuksen tarkkuusvaatimusten tulisi lähteä siitä, millaiset kelierot vaikuttavat ajoneuvon käyttäytymiseen. Edelleen keliluokituksen tulisi ottaa huomioon kelin havaittavuus; miltä keli näyttää eli miten helposti mahdollinen liukkaus on havaittavissa.

5.1.8 Kelintunnistus onnettomuuspaikalla

Liikenneturvallisuuden kannalta ongelman toinen pää on se, etteivät poliisin onnettomuusilmoitusten kelikuvaukset ole kovin luotettavia. Periaatteessa poliisin kelinanalysointiin voitaisiin kehittää erilaisia vakiintuneempia menetelmiä ja apuvälineitä, mutta kaikkien poliisin aktiivisuudesta riippuvaisten menetelmien ongelma on se, että onnettomuuspaikalla kelintunnistus ei ole tärkeysjärjestyksessä ensimmäinen tehtävä. Sen jälkeen kun poliisin tärkeimmät tehtävät on täytetty, on onnettomuuden syntyyn vaikuttaneet kelitilanteet usein ehtineet jo ajan ja ehkä paikalla käyneen pelastuskaluston toimenpiteiden myötä muuttua paljonkin. Onnettomuushetken kelitilanteen tietää parhaiten onnettomuuteen joutunut liikenneväline. Teknisesti ABS-jarruihin olisi helppo liittää pieni muistipiiri joka tallentaisi järjestelmän tunnistamat luistotilanteet esim. viimeisen tunnin ajalta, eikä se taloudellisesti auton rakennusvaiheessa maksaisi merkittävästi, mutta juridisesti ja globaalisesti se olisi lyhyellä tähtäimellä mahdotonta. Kieltämättä ABS-jarrut indikaattorina kertoisivat myös yhtä lailla kuljettajan ajotavoista kuin kelistä, joten informaatioarvo voi panostukseen nähden jäädä alhaiseksi. Käytännössä onnettomuustilanteen kelintunnistus tulisi olla siis poliisin vastuulla ja autonomisesti toimiva. Tällaisen järjestelmän kehittäminen tietysti kärsii samoista ongelmista kuin yleensä autonomisen kelintunnistuksen kehittäminen, ja jää kuitenkin tärkeysjärjestyksessä tienpitäjän tarpeiden jälkeen.

5.1.9 Ohjaus ja tiedotus

Kun onnettomuusriskiä halutaan vähentää korkean onnettomuusriskin kelillä puuttumatta itse keliin, tulevat liikenteen ohjauksen ja liikennetiedotuksen keinot kyseeseen. Toistaiseksi kokemukset ovat kuitenkin osoittaneet, että jos kuljettaja ei itse koe keliä liukkaaksi, ei hän varoituksenkaan jälkeen koe keliä juurikaan liukkaammaksi ja sopeuttaa näin nopeuksiaan melko vähän. Miten viesti tulee uskottavammaksi?

5.1.10 Uudet ja tulevaisuuden teknologiat

Tiesäasemat mittaavat veden olomuotoa tien päällä sähkönjohtavuuteen perustuen, mutta toistaiseksi veden olomuodon määrittämiseen ei ole käytetty veden eri olomuotojen erilaisia heijastuvuusominaisuuksia ja niiden mittausta.

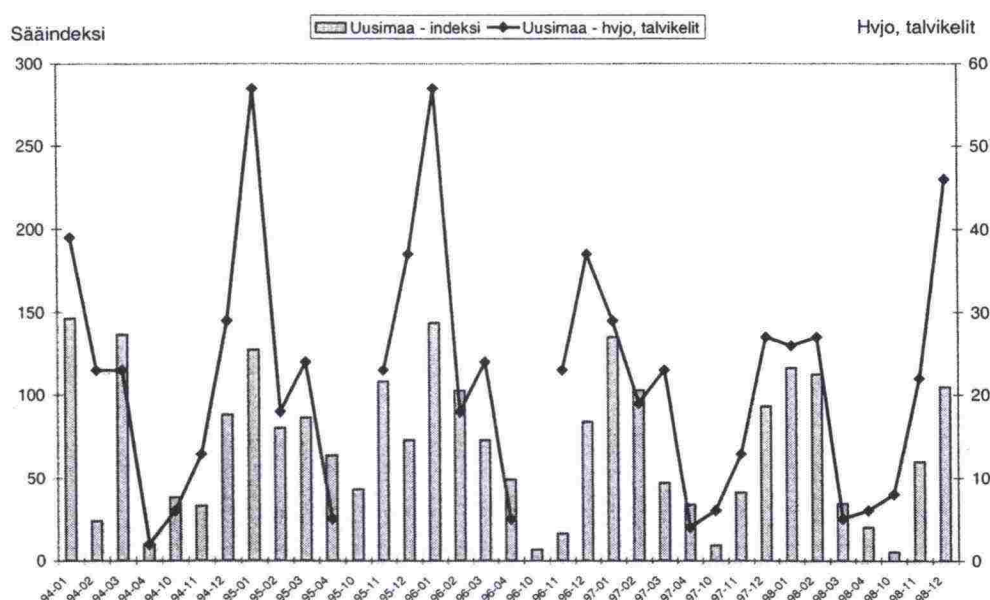
5.1.11 Yhteenvedoa kelintunnistuksesta

Yhteenvetona voidaan todeta, että koska yksikään käytettävissä oleva kelinarviointitekniikka ei pysty edes optimaalisella teknisellä toimivuudella täyttämään kaikkea keliin liittyvää informaatiotarvetta, ei tässä vaiheessa olisi syytä paneutua yhden ainoan tekniikan kehittämiseen muiden tekniikoiden kustannuksella. Koska optimaalinen kelinarviointi pohjautuu eri tekniikoilla saatavan informaation yhdistämiseen, voisi tämän informaation syste-

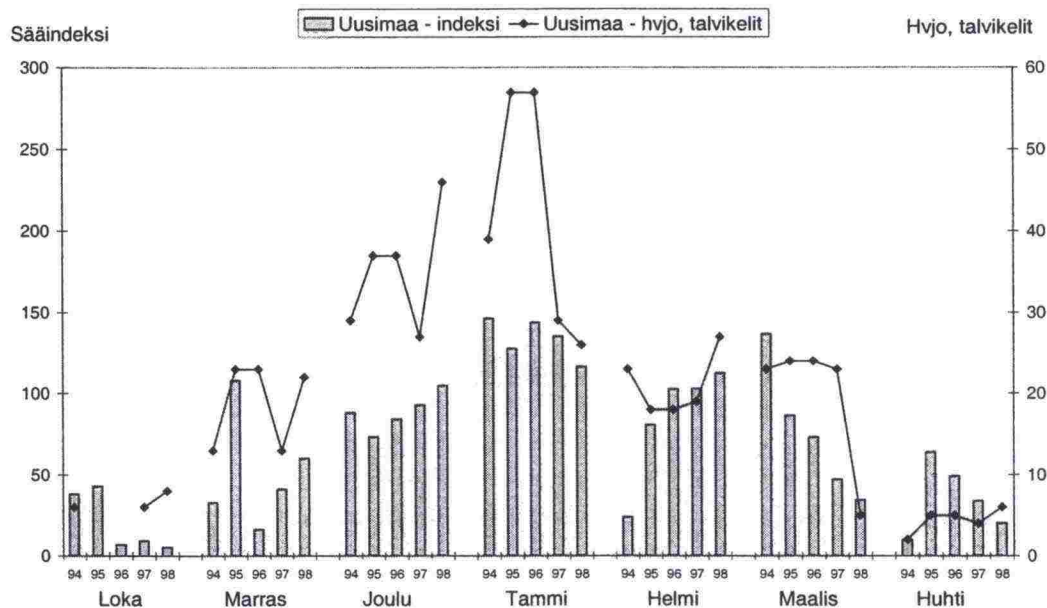
maattisempi, analyyttisempi ja automatisoidumpi käsittely tuoda merkittävää lisäarvoa keliarviointiin. Tekniikoiden kehittelyn kannalta eräs suuri aukko löytyy tutkijan työpöydän ja maantien väliltä, tekniikoita olisi pystyttävä testaamaan kontrolloiduissa olosuhteissa ns. säähuoneissa.

5.2 Sääindeksi ja talvikelien hvj -onnettomuudet

Pidemmällä aikavälillä kelin ja talven olosuhteita voidaan kuvata ns. sääindeksillä. Sääindeksi on yhteistyössä Tielaitoksella ja Ilmatieteenlaitoksella kehitetty luku, joka kuvaa kuukausittaisia sääolosuhteita erilaisten sääparametrien (sademäärä, tien jäätymiset yms.) avulla. Sääindeksiä on 1990-luvulla käytetty lähinnä talvihoitourakoiden hinnoittelussa. Jos indeksin arvo on esim. 115, on ajanjakson talvikunnossapito säästä johtuen 15% kalliimpaa kuin vertailuajanjakson. Kuvissa 21 ja 22 on vertailtu eri kuukausien sääindeksejä vuosina 1994-98 vastaavien kuukausien talvikelien hvj - onnettomuusmääriin Uudenmaan tiepiirissä. Sääindeksin arvo on palkkeina (lukuarvot vasemmassa pystyakselissa) ja hvj -talvikelionnettomuudet viivadiagrammina (lukuarvot oikeassa pystyakselissa). Kuvassa 21 on tarkasteltu Uudenmaan piirin tilannetta kronologisessa järjestyksessä vuoden 1994 alusta vuoden 1998 loppuun (vain talvikuukaudet). Tässä tarkastelussa näyttäisi vielä siltä että talvikelien hvj -onnettomuudet noudattaisivat melko hyvin sääindeksiä. Kuvassa 22 on tehty vastaava vertailu kuukausittain. Sääindeksin "selittävyys" kuvan 22 perusteella tuntuu heikkenevän olennaisesti. Esimerkiksi talvihoidon kannalta helppo helmikuu vuonna 1994 ei eroa onnettomuusmäärien osalta muiden vuosien helmikuista. Tosin on huomattava, että indeksi kertoo talvihoidon kalleudesta, mutta ei siitä, kuinka hyvin tiet on loppujen lopuksi saatu kuntoon .



Kuva 21. Talvikelien hvj -onnettomuudet talvikuukausina vuosittain 1994-98 ja vastaavien kuukausien sääindeksit Uudenmaan piirissä.



Kuva 22. Talvikelien hvj -onnettomuudet kuukausittain talvikuukausina 1994-98 ja vastaavien kuukausien sääindeksit Uudenmaan piirissä.

Matemaattisesti TODENNÄKÖISYYS sille, että tietyn talvikuukauden onnettomuusmäärä poikkeaa kyseisen kuukauden vuosien 94-98 onnettomuusmäärien keskiarvosta SAMAN SUUNTAAN kuin saman talvikuukauden sääindeksi poikkeaa kyseisen kuukauden vuosien 94-98 sääindeksien keskiarvosta on 0.603. Mikäli todennäköisyys olisi 0.5 olisi onnettomuusmäärän vaihtelu täysin riippumaton sääindeksistä, ja mikäli se olisi 1, onnettomuusmäärä liikkuisi keskiarvosta aina samaan suuntaan kuin sääindeksi.

Eri kuukausille saatiin seuraavat todennäköisyydet:

Tammi 0.544

Helmi 0.667

Maalis 0.578

Huhti 0.656

Loka 0.578

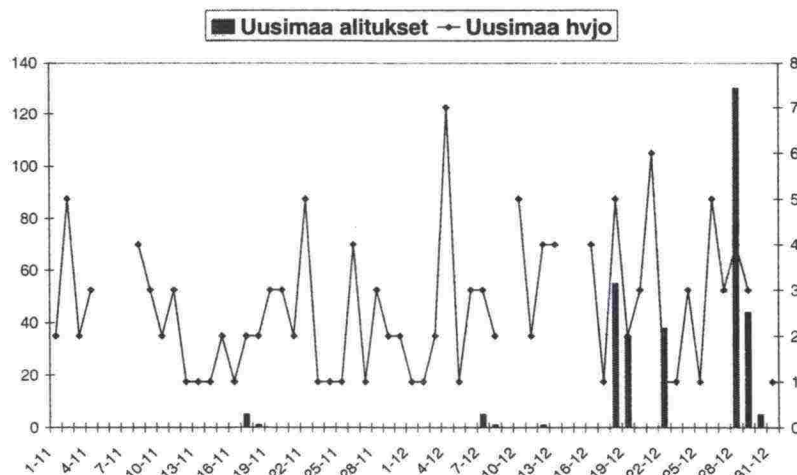
Marras 0.689

Joulu 0.511

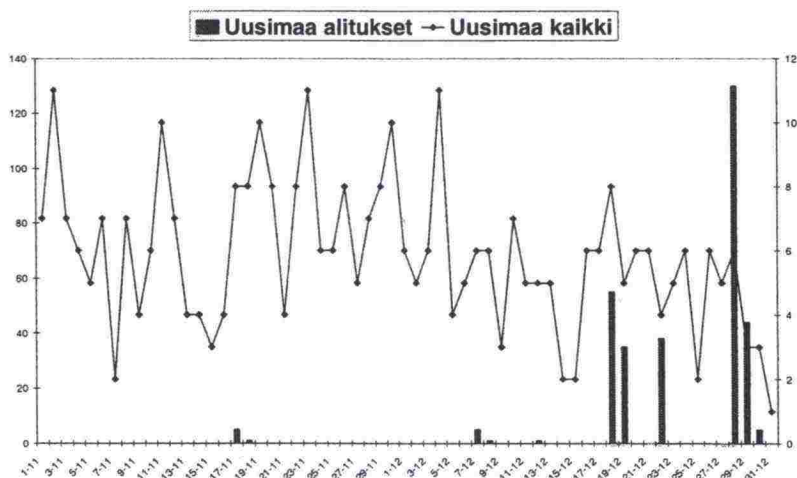
5.3 Kitka-alitusten yhteys hvj -onnettomuuksiin ja kaikkiin onnettomuuksiin

Tielaitos seuraa yleisten teiden kitkatasoa talvikeleillä jatkuvasti. Kitkalle on annettu tietyt raja-arvot, joiden alittuminen edellyttää liukkaudentorjuntatoimenpiteitä. Kuvissa 23 ja 24 on esitetty hvj -onnettomuuksien ja kaikkien onnettomuuksien lukumäärät ja kitka-alitusten määrät Uudenmaan tiepiiris-

sä marras-joulukuussa 1999. Onnettomuudet on esitetty viivadiagrammina oikeanpuoleisella pystyakselilla. Kitka-alitusten lukumäärä on palkkidiagrammina vasemmanpuoleisella pystyakselilla. Muita piirejä on tarkasteltu liitteessä 6. Kuten kuvista saattaa havaita, onnettomuuksien määrälle ja kitkamittausten havainnoille on vaikea löytää selkeätä yhteyttä. Kitkamittausten vertailukelpoisuutta heikentää se, ettei kitkamittausta suoriteta aivan säännöllisesti ja vertailukelpoisilla tieosuuksilla.



Kuva 23. Hvj -onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Uudenmaan tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



Kuva 24. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Uudenmaan tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.

6 TALVIHOIDON VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Johtopäätöksiä luvusta

- Talvikelien onnettomuuksia kumuloiva vaikutus on erittäin vähäinen
- Hiidenveden liikenteen automaattisen mittauspisteen keskinopeudet tukevat Kimmo Saastamoisen Talvi- ja tieliikenneprojektin yhteydessä tekemiä laskelmia keliä vaikutuksista ajonopeuksiin
- Kelin muuttaminen liukkaasta pitäväksi nostaa nopeuksia siten, että nopeusmuutoksista aiheutuva hvj -onnettomuuksien kasvu on n. 15-30% ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien kasvu 30%-60%. Toisaalta kelin pitävyys sinällään laskee onnettomuusriskiä, mutta nettovaikutuksen laskeminen edellyttäisi huomattavasti tarkempia arvioita eri keliä riskeistä (suoritteista).
- Suomen ja Ruotsin välillä ei ole merkittäviä eroja talviliikenteen turvallisuudessa

Tässä luvussa on kerätty yhteen tutkimustuloksia kelin ja kuljettajan käyttäytymisen yhteydestä. Lisäksi luvussa on vertailtu Suomen ja Ruotsin talvi-kuukausien liikenneturvallisuutta sekä päivittäisiä onnettomuuskertymiä Suomessa talvi- ja kesäkautena.

6.1 Keli ja kuljettajan käyttäytyminen

Kysymykseen talvihoidon liikenneturvallisuusvaikutuksista liittyy olennaisesti erilaisten keliolosuhteiden vaikutus kuljettajien käyttäytymiseen, sillä talvihoidolla pyritään yleensä muuttamaan keliä. Arvioitaessa talvihoidon liikenneturvallisuusvaikutuksia on syytä nostaa eriin neljä pääkohtaa, joita yleensä on tarkasteltu aiemmissa tutkimuksissa omana kokonaisuutenaan: 1. kuljettajien kyky arvioida erilaisten keliä pitävyyttä, 2. keliä vaikutus ajonopeuksiin ja ajoneuvoväleihin, 3. nopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen, 4. keliä vaikutus liikenneturvallisuuteen (tilastolliset analyysit)

6.1.1 Kuljettajien kyky arvioida erilaisten keliä pitävyyttä

Talvi- ja tieliikenneprojektissa tutkittiin mm. kelin kokemisen vaikutuksia nopeuskäyttäytymiseen [Heinijoki 1994]. Laajan haastattelututkimuksen pohjalta mm. todettiin, että liukkailla keleillä kuljettajat arvioivat kelin yleensä todellisuutta pitävämmäksi. Merkittävää oli, että liukkaalla, mutta vähäpolanteisella tai täysin peitteettömällä tiellä ajaneilla kuljettajilla todennäköisyys arvioida keli merkittävästi pitävämmäksi oli lähes 2.5-kertainen peitteisimmillä keleillä ajaneisiin kuljettajiin verrattuna.

6.1.2 Kelien vaikutus ajonopeuksiin

Edelleen Talvi- ja tieliikenneprojektissa tutkittiin LAM-nopeusmittausaineiston ja toisaalta tiesääasemajärjestelmän ja ihmisen tekemien kelihavaintojen mukaan kelien vaikutusta käytettyihin ajonopeuksiin [Saastamoinen 1993]. Tutkimuksen mukaan nopeudet alentuivat melko pitävällä kelillä 0...3 km/h, melko liukkaalla 3...6 km/h ja liukkaalla 4...7 km/h. Vertailun vuoksi Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa (VTI, raportti 794) lumisen ja jäisen kelin vaikutus pitävään keliin nähden arvioitiin jopa 9...16 km/h suuruiseksi.

Norjassa tutkittiin kolmena talvena 1991-94 keliä ja nopeuksia 25 tieosuudelta. Kelihavaintoja tehtiin tarkkailijoiden toimesta neljästi vuorokaudessa. Saastamoisen tutkimukseen verrattuna kelin vaikutukset olivat suurehkoja (taulukko 46).

Taulukko 46. Erialaisten kelien vaikutus nopeuksiin verrattuna kuivaan keliin. Keskinopeudet kuivalla kelillä tarkastelujaksoilla ovat olleet 72-84 km/h. Lähde; Vaa, Sakshaug, Resen-Fellie: Road salting and traffic safety.

	Nopeusvaikutus
Märkä tie, luminen keli	-4,2 km/h
Sohjo ja räntä, luminen keli	-7,1 km/h
Irtolunta, luminen keli	-7,9 km/h
Kovaa lunta, luminen keli	-8,1 km/h
Jäätä, luminen keli	-7,7 km/h
Paljaat urat, luminen keli	-4,9 km/h
Liukkaat urat, luminen keli	-6,0 km/h
Jää ja sade	-11,7 km/h

6.1.3 Nopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen

VTT:llä 1996 tehdyssä tutkimuksessa [Ranta & Kallberg 1996] tehtiin laaja ajonopeuden turvallisuusvaikutuksia koskevien, useiden kotimaisten ja ulkomaisten tilastollisten tutkimusten analyysi. Mallien mukaan keskinopeuden aleneminen 1 km/h vähentää hvj -onnettomuuksia keskimäärin 2,5% ja keskinopeuden kasvu 1 km/h lisää niitä 3,7%. Hyvänä nyrkkisääntönä voi pitää, että 1 km/h muutos vaikuttaa hvj -onnettomuuksiin 3%. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien muutos on henkilövahinko-onnettomuuksien muutokseen verrattuna noin kaksinkertainen.

6.1.4 Kelien vaikutus liikenneturvallisuuteen

Eri kelien onnettomuusriskejä on arvioitu ainakin Malmivuon ja Peltolan tutkimuksessa "Talviajan liikenneturvallisuus, tilastollinen tarkastelu 1991-95". Tämän tutkimuksen riskilukujen suoritearvio perustui Kimmo Saastamoisen tutkimukseen "Liikennemäärät eri kelioloissa" [Saastamoinen 1994]. Tulosten mukaan talvikelien onnettomuusriskit olivat moninkertaisia paljaaseen keliin nähden. Hvj -onnettomuuksien riskisuhde paljaaseen keliin nähden eri keleillä oli: paljas 1, luminen 9, sohjoinen 18 ja jäinen 24. Suhteet

tuntuvat yllättävän suurilta. Virheitä aiheutti Saastamoisen tutkimuksen ja toisaalta poliisin onnettomuusilmoitusten erilainen keliluokittelu ja toisaalta kelin tulkinnanvaraisuus etenkin poliisin ilmoituksissa.

Norjassa seurattiin vuosina 1991-94 yhteensä 45 tieosuudella neljästi päivässä keliolosuhteiden kehitystä ja arvioitiin tämän perusteella eri kielten riskejä (taulukko 47). Norjalaistutkimuksen mukaan talvikelien ja paljaan kelin riskien suhde oli vain noin 2 - 4,5ertainen.

Taulukko 47. Henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski eri keleillä (¹ = epävarma arvo). Lähde; Evensen: Veg-grepsprosjektet, konsekvenser av enkle strategier, Delprosjekt 5.15, Statens vegvesen 1996.

	Hvjo/ miljoona ajokm.
Kuiva ja paljas tie, talvi	0,12
Kostea ja paljas tie, talvi	0,16
Sohjo	0,18 ¹
Irtolumi	0,30
Jää	0,53
Kuura	0,53
Kova lumi (polanne)	0,31
Paljaat urat	0,12 ¹
Liukkaat urat	0,30 ¹
Kuiva ja paljas tie, kesä	0,14
Kostea ja paljas tie, kesä	0,18

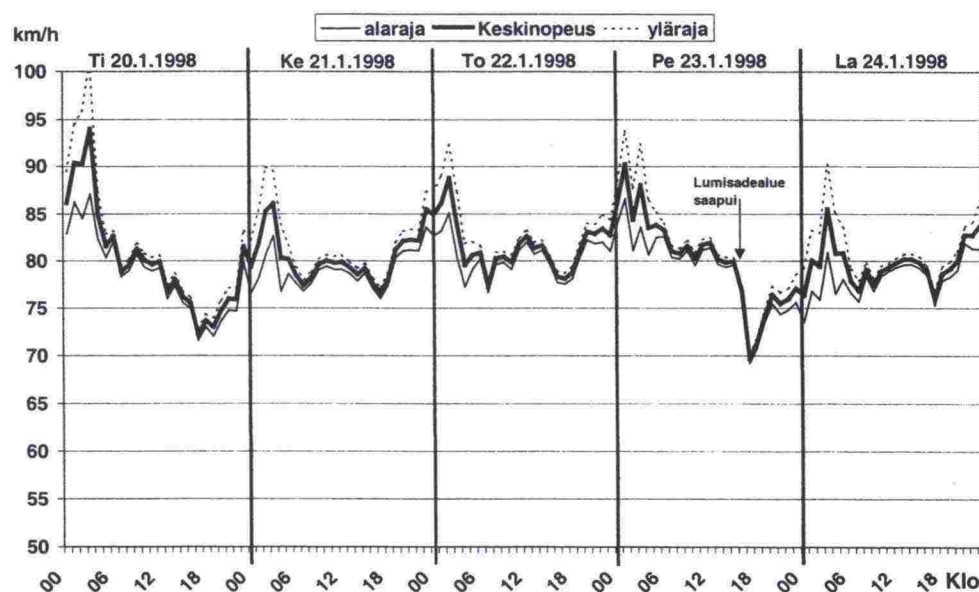
6.1.5 Yhteenvetoa

Kunnossapidon liikenneturvallisuusvaikutusten arviointia vaikeuttaa kohtien 4 ja 2 tietojen epätarkkuus. Kohtien 2 ja 3 perusteella voidaan arvioida, että kelin muuttaminen liukkaasta pitäväksi nostaa nopeuksia siten, että nopeusmuutoksista aiheutuva hvj -onnettomuuksien kasvu olisi 15-40% ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien kasvu 30%-80%. Toisaalta nopeusmuutos ei vielä kompensoi kelin liukkauden ja jarrutusmatkojen kasvun vaikutusta, mikä voidaan havaita siitä, että liukkaiden kielten riski on edelleen moninkertainen pitäviin keleihin verrattuna.

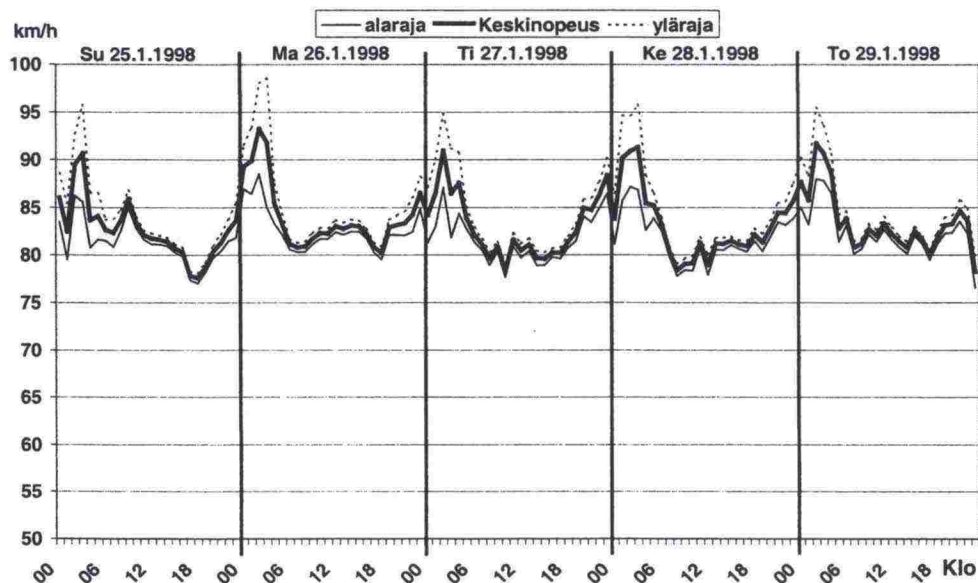
Kohtaan 1 viitaten saatetaan havaita, että sillä, miten kunnossapidolla muutetaan keliä (mistä kelistä mihin keliin kunnossapito muuttaa keliä) on selkeä merkitys liikenneturvallisuuteen. Jos kunnossapidolla poistetaan mustaa jäätä, jonka kuljettajat havaitsevat huonosti ja tulkitsevat ehkä pitäväksi, kunnossapidolla vain saatetaan keli kuljettajien tuntemuksen mukaiseksi, eli kelin parannuksen ulosmittaaminen nopeuden lisäämisellä ei ole niin merkitsevää. Mutta jos lumipolanteinen tie suolauksella "sulatetaan", mitataan kelin parannus usein käyttäytymismuutoksella ulos. Pahimmassa tapauksessa sulatettu lumi jäätyy vielä mustaksi jääksi, jolloin kunnossapidon vaikutus turvallisuuteen on negatiivinen.

6.2 Case: Talvikeliäen vaikutus ajonopeuksiin, Hiidenveden lam-mittausaseman keskinopeudet tammi-helmikuussa 1998

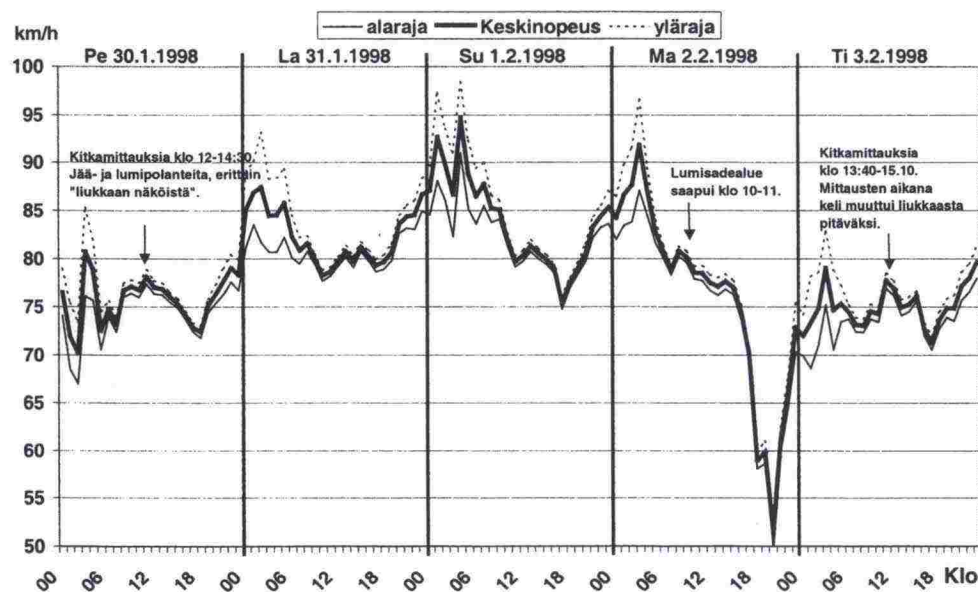
Jäljessä olevissa kuvissa on tarkasteltu Hiidenveden liikenteen automaattisen mittausaseman arvoista laskettuja liikenteen keskinopeuksia E18-tiellä tammi-helmikuussa 1998. Samaan aikaan kyseisen tieosuuden kelejä seurattiin tarkemmin tutkimuksen "Tehostetun kelinseurantajärjestelmän kokeilu" vuoksi. Kuvista on helppo nähdä nopeuksien voimakas vuorokaudenaikavaihtelu. Lisäksi kuvassa 25 voidaan havaita, miten lumisadealueen saapuminen perjantaina 23.1 laski nopeuksia noin 5 km/h enemmän kuin mitä yleensä nopeudet laskivat kyseiseen vuorokauden aikaan. Kuvassa 26 valitsi kuiva pitävä talvikeli, joka torstain ja perjantaina 30.1 aikana muuttui jäiseksi polannekeliksi. Jäisen polanteen vaikutus keskinopeuksiin tuntuisi olevan noin 5 km/h. Maanantaina 2.2. (kuva 27) alueella vaikutti erittäin voimakas lumimyrsky, joka häiritsi liikennettä pahasti. Päivää kutsuttiin "mustaksi maanantaiksi". Liikenteen keskinopeus tieosuudella laski hetkellisesti noin 30 km/h.



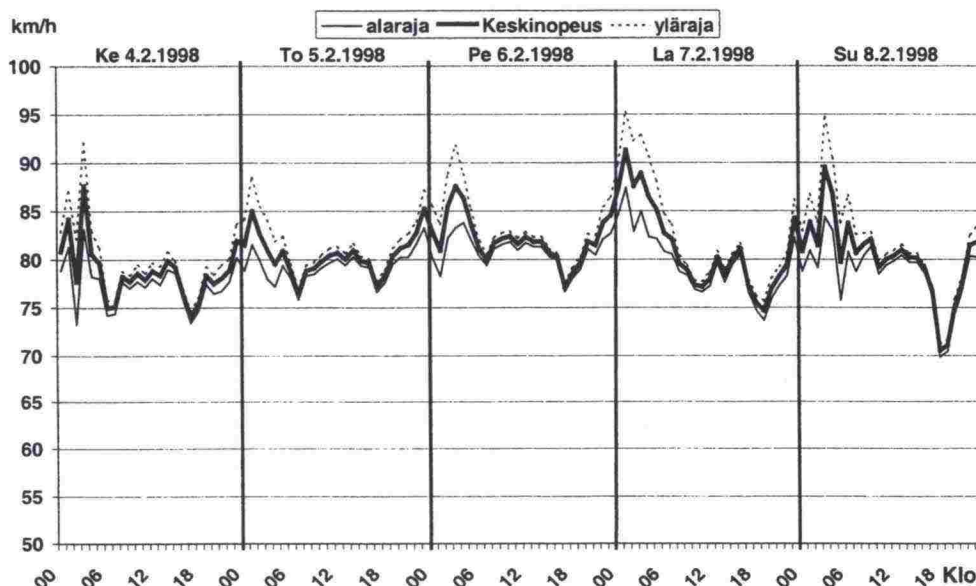
Kuva 25. Hiidenveden Lam-mittausaseman mittaamien nopeuksien keskiarvot ja 95%-luottamusvälit E18 tiellä 20.1-24.1.1998



Kuva 26. Hiidenveden Lam-mittausaseman mitaamien nopeuksien keskiarvot ja 95%-luottamusvälit E18 tiellä 25.1-29.1.1998



Kuva 27. Hiidenveden Lam-mittausaseman mitaamien nopeuksien keskiarvot ja 95%-luottamusvälit E18 tiellä 30.1-3.2.1998



Kuva 28. Hiidenveden Lam-mittausaseman mitattujen nopeuksien keskiarvot ja 95%-luottamusvälit E18 tiellä 4.2-8.2.1998

6.3 Suomen ja Ruotsin talvikuukausien onnettomuusvertailua

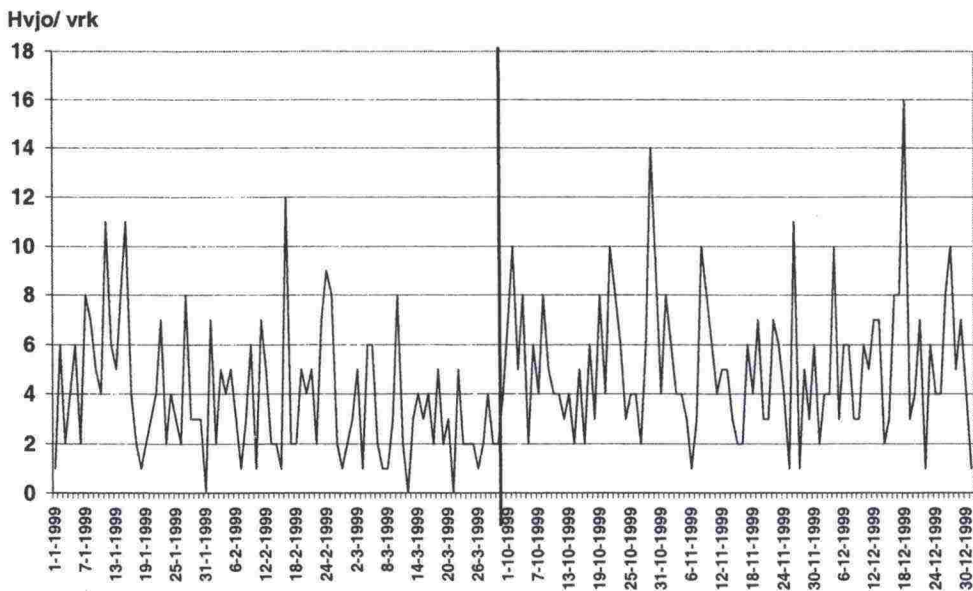
Alla on vertailtu Suomen ja Ruotsin talvi- ja kesäkuukausien onnettomuusmääriä. Määrissä ei ole havaittavissa suuria eroja. Liitteessä 7 on vertailtu määriä vuosittain. Tarkastelujakson aikana Suomessa on noudatettu talvinopeusrajoituksia. Ruotsissa on ollut vain pienimuotoisia talvinopeusrajoitusten kokeiluja viime vuosina.

Taulukko 48. Ruotsin ja Suomen onnettomuusvertailua

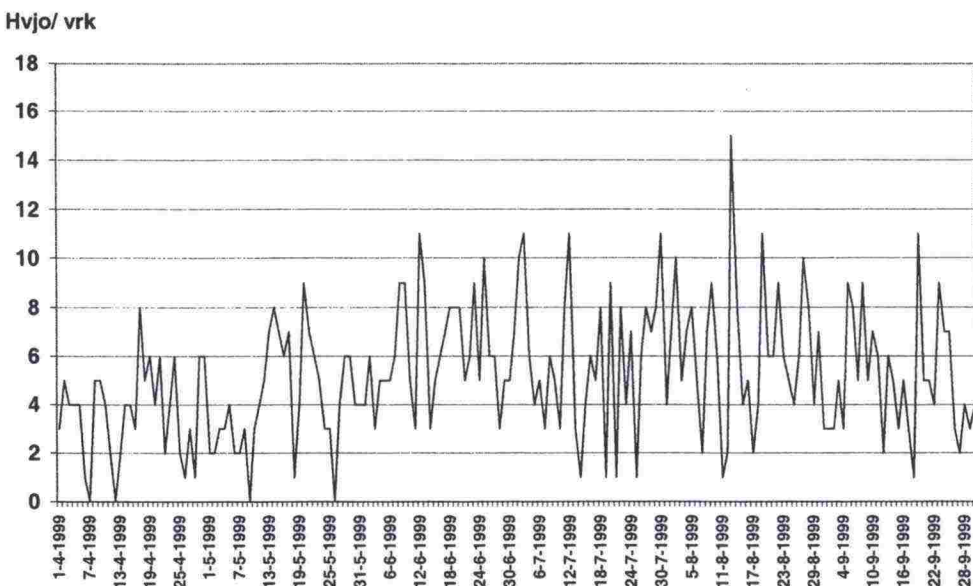
Vuodet 96-98 - koko maa					
	Hvjo		Kjo		
Suomi loka-maalis	9437	44.61 %	499	44.83 %	
Suomi huhti-syys	11719	55.39 %	614	55.17 %	
Ruotsi loka-maalis	21557	46.27 %	697	47.38 %	
Ruotsi huhti-syys	25030	53.73 %	774	52.62 %	
Vuodet 96-98 - taajamien ulkopuolella					
	Hvjo		Kjo		
Suomi loka-maalis	3937	44.79 %	345	43.78 %	
Suomi huhti-syys	4852	55.21 %	443	56.22 %	
Ruotsi loka-maalis	9549	48.05 %	462	45.25 %	
Ruotsi huhti-syys	10326	51.95 %	559	54.75 %	

6.4 Päivittäiset hvjo -kertymät talvi- ja kesäkuukausina

Koska eri lähteiden mukaan talvikeliä onnettomuusriski on moninkertainen kesäkeleihin verrattuna, on mielenkiintoista tarkastella miten pahojen talvikeliä onnettomuusmäärät käyttäytyvät suhteessa kesäkelien onnettomuusmääriin. Kuvassa 29 on tarkasteltu päivittäisen Uudenmaan, Hämeen ja Turun tiepiirin yhteenlasketun hvj -onnettomuuskertymän vaihtelua talvikaudella 1999. Kuvassa 30 on vastaava vaihtelu kesäkaudella. Talvikauden vaihtelu vaikuttaa hieman voimakkaammalta, mutta ero on varsin pieni. Kuvia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että Suomessa on tarkasteluajanjaksona noudatettu talvinopeusrajoituksia.



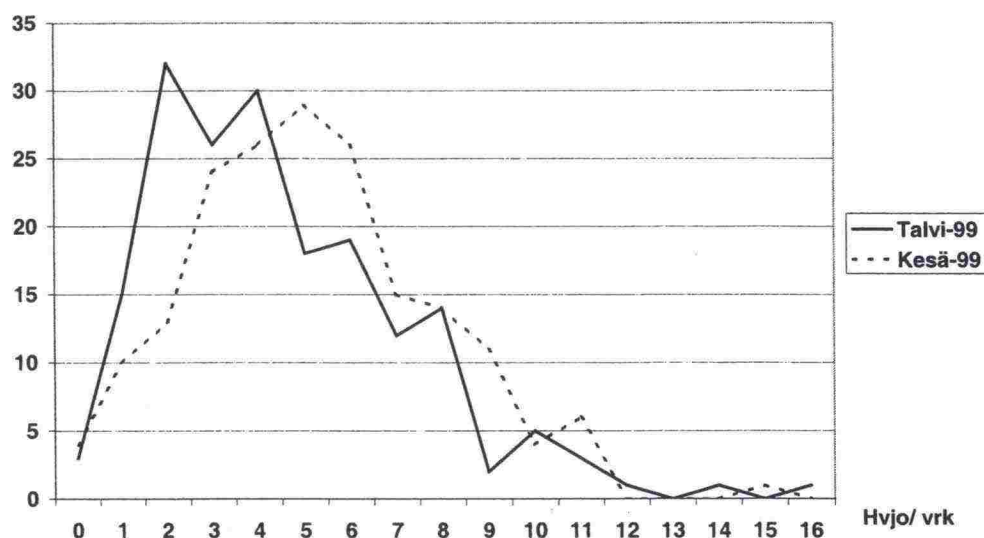
Kuva 29. Hvj -onnettomuuskertymä Uudenmaan, Hämeen ja Turun tiepiirissä tammi-maaliskuussa ja loka-joulukuussa 1999. Pystyakselilla päivittäisten hvj -onnettomuuksien määrät, vaaka-akselilla päivämäärä.



Kuva 30. Hvj -onnettomuuskertymä Uudenmaan, Hämeen ja Turun tiepiirissä huhti-syyskuussa 1999.

Kuvassa 31 on yhdistetty kuvien 29 ja 30 informaatio hieman erilaisen esitystavan kautta. Kuvassa vaak-akselilla on aina yhden päivän onnettomuusmäärä ja pystyakselilla tällaisten päivien lukumäärät. Kuvasta voidaan esimerkiksi havaita, että sellaisia päiviä, jolloin oli 5 hvj -onnettomuutta, oli kesäkautena 29 ja talvikautena 18. Mikäli erityisesti talvikelit aiheuttaisivat onnettomuuskertymiä, tulisi talvikaudella olla juuri paljon suurten hvj -onnettomuusmäärien päiviä. Erot ovat kuitenkin varsin pieniä. Taulukossa 49 on esitetty kuvan 31 arvot numeroina.

Vuorokausia



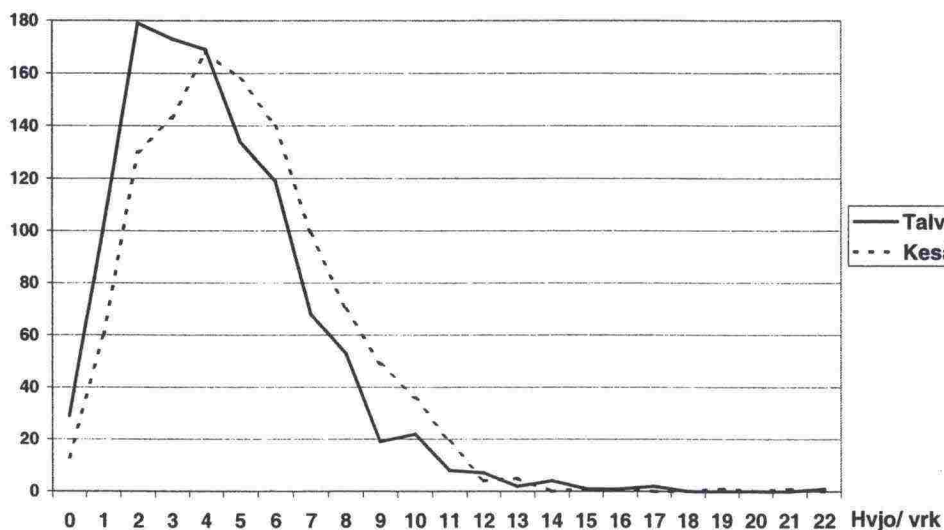
Kuva 31: Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävien päivien lukumäärät kesä- ja talvikautena 1999. Uudenmaan, Turun ja Hämeen tiepiirit yhteensä.

Taulukko 49: Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävien päivien lukumäärät numeroina kesä- ja talvikautena 1999. Uudenmaan, Turun ja Hämeen tiepiirit yhteensä.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Talvi-99	3	15	32	26	30	18	19	12	14	2	5	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Kesä-99	4	10	13	24	26	29	26	15	14	11	4	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Samaa ilmiötä on tarkasteltu edelleen kuvassa 32 ottamalla mukaan kuuden vuoden ajanjakso 1994-99. Kesä- ja talviajan erot ovat edelleen varsin pienet.

Vuorokausia

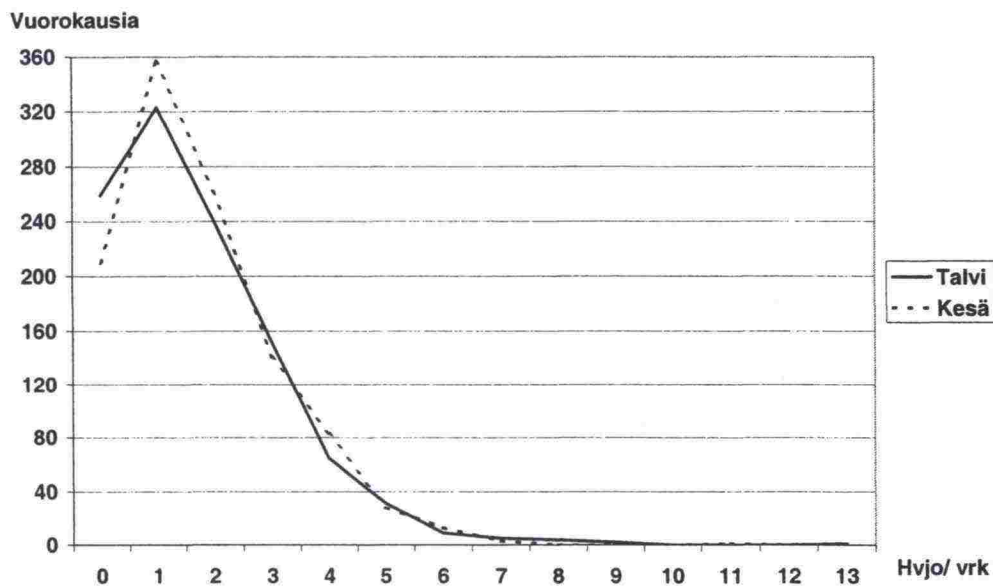


Kuva 32. Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävien päivien lukumäärät kesä- ja talvikautena 1994-99. Uudenmaan, Turun ja Hämeen tiepiirit yhteensä.

Taulukko 50: Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävien päivien lukumäärät numeroina kesä- ja talvikautena 1994-99. Uudenmaan, Turun ja Hämeen tiepiirit yhteensä

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Talvi	29	101	179	173	169	134	119	68	53	19	22	8	7	2	4	1	1	2	0	0	0	0	1
Kesä	13	60	130	143	168	158	140	99	70	49	36	19	4	5	0	1	1	0	0	1	0	1	0

Luvun viimeisessä kuvassa on tarkasteltu samaa talvikautta 1994-99 vain Uudenmaan tiepiirin osalta. Sellaisia päiviä, jolloin ei ole ainuttakaan hvj -onnettomuutta, on talvella lähes viidennes enemmän kuin kesällä. Kolmen ja useamman onnettomuuden päivien lukumäärät ovat hyvin samanlaiset kesä- ja talvikautena.



Kuva 33. Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävät päivät kesä- ja talvikautena 1994-99 Uudellamaalla.

Taulukko 51: Erilaisia hvj -onnettomuusmääriä sisältävien päivien lukumäärät kesä- ja talvikautena 1994-99 Uudellamaalla.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Talvi	259	323	241	152	65	31	9	5	4	2	0	0	0	1
Kesä	210	357	262	141	83	28	13	3	0	0	0	1	0	0

7 HOIDON TURVALLISUUSVAIKUTUKSET KESÄKELEILLÄ

Johtopäätöksiä luvusta

- Kesäkeleillä ei ole nähtävissä selkeää yhteyttä hoidon ja onnettomuuksien välillä

7.1 Luvun aineisto

Tässä luvussa on tarkasteltu kesäkelien osalta tiettyjä teiden hoitoon liittyviä asioita. Aineistona on jälleen käytetty tutkijalautakunnan tutkimia kuolemaan johtaneita onnettomuuksia vuosina 1997-99. Luvun aineisto koostuu ainoastaan ns. usean selittäjän onnettomuuksista, mutta aineistoa ei ole käyty yksityiskohtaisesti läpi, joten aineisto saattaa sisältää muutamia ns. erikoislaatuisia tapauksia.

Kesäkeleinä on tarkasteltu kaikkia kesäkelejä ympäri vuoden. Talviaikana kesäkelien ehtona on lisäksi ollut, että lämpötila on ollut yli 0°C.

7.2 Valoisuus

Kesäkautena Helsingissä aurinko nousee noin klo 3:50 - 7:30 ja laskee noin klo 18:50 - 22:50. Näin ollen Helsingin korkeudella kesän ajasta riippuen 3-23 % suoritteesta syntyy pimeällä. Oulun korkeudella aurinko nousee 2:20 - 7:30 ja laskee noin klo 20:10 - 0:20, jolloin suoritteesta syntyy 2-20 % pimeällä. Taulukon 52 mukaisesti onnettomuudet jakautuvat melko johdonmukaisesti suoritteiden mukaan. Taulukossa 53 on verrattu kesä- ja talvikelien valoisuusjakaumaa.

Taulukko 52. Valoisuusjakauma kesäkelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.		Kaikki onnett.tyypit	
	1997-99 N	1997-99 %	1997-99 N	1997-99 %	1997-99 N	1997-99 %
Päivänvalo	50	85	26	67	179	77
Hämärä	1	2	4	10	15	6
Pimeä	8	14	9	23	38	16
Ei tiedossa	0	0	0	0	1	0
Yht.	59	100	39	100	233	100

Taulukko 53. Valoisuusjakaumat tarkastelluissa kesä- ja talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997-99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.		Kaikki onnett.tyypit	
	kesä (n=59) %	talvi (n=86) %	kesä (n=39) %	talvi (n=18) %	kesä (n=233) %	talvi (n=152) %
Päivänvalo	85	49	67	33	77	53
Hämärä	2	10	10	6	6	10
Pimeä	14	41	23	61	16	36
Yht.	100	100	100	100	100	100

7.3 Kulumisurat

Tien pinnan kuntoa pidetään hyvänä, kun kulumisurien syvyys on alle 18 mm, kohtalaisena kun urasyvytydet ovat 19-24 mm ja huonona, kun urasyvytydet ovat yli 25 mm. Näin ollen onnettomuudet ovat taulukon 54 mu-

kaan syntyneet urasyvyyden kannalta pääosin hyvissä tieolosuhteissa. Kesäkelin onnettomuudet jakautuvat eri urasyvyyksille hyvin samantapaisesti kuin talvikelionnettomuudetkin (taulukko 55).

Taulukko 54. Kulumisurien syvyydet tiessä tarkastelluissa kesäkelin onnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.		Kaikki onnett.tyypit	
	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Ei kulumisuria	28	47	26	67	131	56
0-5 mm	12	20	8	21	49	21
6-10 mm	10	17	4	10	37	16
11-20 mm	5	8	0	0	11	5
Ei tiedossa	4	7	1	3	5	2
Yhteensä	59	100	39	100	233	100

Taulukko 55. Kulumisurien syvyydet tiessä tarkastelluissa kesä- ja talvikelien onnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.		Kaikki onnett.tyypit	
	kesä (n=59)	talvi (n=86)	kesä (n=39)	talvi (n=18)	kesä (n=233)	talvi (n=152)
	%	%	%	%	%	%
Ei kulumisuria	47	38	67	50	56	49
0-5 mm	20	15	21	28	21	16
6-10 mm	17	26	10	17	16	20
11-20 mm	8	10	0	6	5	8
Ei tiedossa	7	10	3	0	2	7
Yhteensä	100	100	100	100	100	100

7.4 Ajoratamerkinnät

Ajoratamerkintöjen suhteen ei ole käytettävissä tietoa siitä, missä kunnossa ajoratamerkinnät yleensä ovat. Heikkojen ajoratamerkintöjen voisi olettaa myötävaikuttavan etenkin suistumisonnettomuuksien syntyyn. Suistumisonnettomuuksissa ajoratamerkinnät ovatkin olleet hieman huonommassa kunnossa kuin kohtaamisonnettomuuksissa, mutta ei merkitseväällä tavalla (taulukko 56).

Pimeällä tapahtuneissa kohtaamisonnettomuuksissa ajoratamerkintöjen kunto on ollut samantapainen kuin valoisassakin (taulukko 57). Sen sijaan pimeällä tapahtuneissa suistumisonnettomuuksissa merkinnät olivat kunnossa ja näkyvissä 33 % onnettomuuksista kun valoisassa vastaava osuus oli 62 % (taulukko 58). Pimeän suistumisonnettomuuksien vähäisen määrän vuoksi näitä onnettomuuksia tarkasteltiin myös hieman suuremman aineiston valossa (taulukko 59). Tässä vuosien 1995-99 aineistossa maalausten kunnan ero pimeän ja valoisin kelin suistumisonnettomuuksissa pieneni selvästi.

Taulukko 56. Ajoratamerkintöjen näkyvyys kesäkelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99
	N	%	N	%
Ei ajoratamerkintöjä	5	8	6	15
Osittain kuluneet	6	10	8	21
Osittain kuran peitossa	2	3	0	0
Osittain lumen/jään peitossa	2	3	1	3
Täysin lumen/jään peitossa	1	2	1	3
Ajoratamerkinnät puutteelliset	3	5	1	3
Maalaukset kunnossa ja näkyvissä	38	64	22	56
Ei tiedossa	2	3	0	0
Yhteensä	59	100	39	100

Taulukko 57. Ajoratamerkintöjen näkyvyys kesäkelin kohtaamisonnettomuuksissa valoisuuden mukaan vuosina 1997–99.

	Valo	Hämärä	Pimeä	Valo	Hämärä	Pimeä
	N	N	N	%	%	%
Ei ajoratamerkintöjä	5	0	0	10	0	0
Osittain kuluneet	6	0	0	12	0	0
Osittain kuran peitossa	1	0	1	2	0	13
Osittain lumen/jään peitossa	2	0	0	4	0	0
Täysin lumen/jään peitossa	1	0	0	2	0	0
Ajoratamerkinnät puutteelliset	2	0	1	4	0	13
Maalaukset kunnossa ja näkyvissä	32	1	5	64	100	63
Ei tiedossa	1	0	1	2	0	13
Yhteensä	50	1	8	100	100	100

Taulukko 58. Ajoratamerkintöjen näkyvyys kesäkelin suistumisonnettomuuksissa valoisuuden mukaan vuosina 1997–99.

	Valo	Hämärä	Pimeä	Valo	Hämärä	Pimeä
	N	N	N	%	%	%
Ei ajoratamerkintöjä	3	0	3	12	0	33
Osittain kuluneet	5	1	2	19	25	22
Osittain kuran peitossa	0	0	0	0	0	0
Osittain lumen/jään peitossa	1	0	0	4	0	0
Täysin lumen/jään peitossa	0	0	1	0	0	11
Ajoratamerkinnät puutteelliset	1	0	0	4	0	0
Maalaukset kunnossa ja näkyvissä	16	3	3	62	75	33
Ei tiedossa	0	0	0	0	0	0
Yhteensä	26	4	9	100	100	100

Taulukko 59. Ajoratamerkintöjen näkyvyys kesäkelin suistumisonnettomuuksissa valoisuuden mukaan vuosina 1995–99.

	Valo	Hämärä	Pimeä	Valo	Hämärä	Pimeä
	N	N	N	%	%	%
Ei ajoratamerkintöjä	11	0	4	24	0	27
Osittain kuluneet	7	1	3	15	20	20
Osittain kuran peitossa	0	0	0	0	0	0
Osittain lumen/jään peitossa	1	0	0	2	0	0
Täysin lumen/jään peitossa	0	0	1	0	0	7
Ajoratamerkinnät puutteelliset	2	1	0	4	20	0
Maalaukset kunnossa ja näkyvissä	25	3	7	54	60	47
Ei tiedossa	0	0	0	0	0	0
Yhteensä	46	5	15	100	100	100

7.5 Vauriot

Kohtaamisonnettomuuksista 5 % ja suistumisonnettomuuksista 8 % on tapahtunut vaurioituneissa tien kohdissa (taulukko 60). Onnettomuusmäärät eivät kuitenkaan ole vielä merkitseviä.

Taulukko 60. Tien vauriot kesäkelionnettomuuksissa.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.		Kaikki onnett.tyypit	
	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99	1997-99
	N	%	N	%	N	%
Kuoppa	0	0	2	5	3	1
Painuma	3	5	1	3	5	2
Keskisauman murtuma	0	0	0	0	0	0
Ajoradan ja reunan murtuma	0	0	0	0	0	0
Kulumisura	0	0	1	3	2	1
Ei vaurioita	55	93	34	87	220	94
Muu	0	0	1	3	2	1
Ei tiedossa	1	2	0	0	1	0
Yhteensä	59	100	39	100	233	100

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin talvi- ja kesäajan liikenneturvallisuutta tienhoidon näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tilaajalle talvihoidon toimintalinjojen luomiseen tarvittavaa liikenneturvallisuustietoa. Näin tutkimuksessa pyrittiin luomaan mahdollisimman kattavaa kuvaa talviajan liikenneturvallisuuden kehityksestä ja vakavampien talvikelionnettomuuksien pääpiirteistä 1990-luvun loppuvuosina. Tarkastelemalla lisäksi turvallisuutta ja talvihoitoa eri näkökulmista haluttiin mahdollisuuksien mukaan selvittää, voidaanko perinteistä teiden talvihoitoa tehostamalla enää saavuttaa merkittäviä liikenneturvallisuushyötyjä panostukseen nähden. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös lyhyesti teiden kesähoitoa liikenneturvallisuuden näkökulmasta.

Useat tutkimuksessa tehdyt tarkastelut tukivat sitä päätelmää, että talviajan liikenneturvallisuus koheni muiden kuin omaisuusvahinko-onnettomuuksien osalta selvästi 1990-luvun loppupuolella. Mitä talvihoidon mahdollisuuksiin tulevaisuudessa tulee, varsin monet tutkimuksen tulokset viittasivat siihen, että perinteisen talvihoidon keinoin on tulevaisuudessa yhä vaikeampi saavuttaa merkittäviä liikenneturvallisuushyötyjä. Ei ole syytä automaattisesti odottaa, että perinteisen talvihoidon tehostaminen toiminta-aikoja lyhentämällä, toimintakriteerejä tiukentamalla ja/tai pitämällä entistä laajempia alueita kesäkelejä vastaavassa kunnossa toisi välttämättä talvihoitoon uhratut rahat takaisin tehostuneen liikenneturvallisuuden muodossa.

Edellä esitettyä olettamusta tukee vahvimmin se, että henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski ajosuoritetta kohti laski 1990-luvun lopulla ja että talvikelien riski ei ilmeisestikään ole aivan niin korkea kuin aiemmin on luultu, sillä päivätasolla pahoinakaan päivinä hvj -onnettomuusmäärät eivät nouse kesää korkeammalle. Lisäksi talvikelionnettomuuksien kustannustehokasta ehkäisyä vaikeuttaisi huomattavasti se, että suuri osa vakavista talvikelionnettomuuksista tapahtuu lumi- tai räntäsateiden aikana, jolloin kalusto on jo liikkeellä. Talvihoito on lisäksi tänä päivänä alueellisesti niin hyvin tasapainossa, ettei tämän tutkimuksen tarkasteluissa pystytty osoittamaan merkittävässä määrin sellaisia alueita tai tieosuuksia, joissa talvihoidon tehostaminen olisi erityisen tuloksellista. Lopuksi on myös todettava, että niihinkin kuolemaan johtaneisiin kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksiin, joihin tutkijalautakunnan mukaan viime vuosina talvikelit ovat olleet merkittävänä osatekijänä, liittyi hyvin paljon sellaisia voimakkaasti onnettomuusriskiä nostavia tekijöitä, joihin on mahdollista vaikuttaa tehokkaamman liikennevalvonnan keinoin. Tässä tutkimuksessa ei ole kuitenkaan erikseen vertailtu liikennevalvonnan kustannus/hyötysuhdetta talvihoidon tehostamisen kustannus/hyötysuhteeseen.

Talviliikenteen turvallisuuden hyvästä kehityksestä huolimatta ei ole syytä uskoa, ettei talviliikenteen turvallisuuden parantamiseksi olisi enää mitään tehtävissä. Kesäkautta hiljaisemmat nopeudet ja pehmeämpi ajoympäristö huomioon ottaen talvikauden liikenteessä on mahdollista päästä jopa kesää

parempaan turvallisuuteen. Tutkimuksen perusteella tuli esille muutamia keskeisiä asioita, joihin talvihoidossa tulisi jatkossa keskittyä.

Onnettomuuspaikan keli poikkesi tulosuunnan kelistä 21% kohtaamisonnettomuuksista ja 39% suistumisonnettomuuksista. Keliseurantaa, sekä kunnossapitotiimien ja urakoiden välistä yhteistyötä olisi pystyttävä kehittämään niin, että tällaisten yllättävien kelitilanteiden määrää saataisiin merkittävästi vähennettyä. Lisäksi vilkasliikenteisillä teillä (kvl > 6000 ajon./vrk) henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski on edelleen talvikuukausina kesää korkeampi. Mikäli myös vilkasliikenteisillä teillä talven hvj -riski laskisi samalle tasolle kesän kanssa, vähenisivät talvikuukausien hvj -onnettomuudet 5%. Liikennekuolemien osalta talvikuukausien riski näillä teillä on kuitenkin samalla tasolla kesäkuukausien kanssa.

Yksi tutkimuksen yllättävämpiä tuloksia oli se, ettei kaikkien onnettomuuksien riski talvikautena suhteessa kesäkauteen ollut parantunut samalla tavalla kuin vastaava suhde hvj -onnettomuuksien ja kuoleman riskien osalta. Tämän ilmiön analysointia vaikeuttaa se, että omaisuusvahinkoonnettomuuksien tilastointi on varsin epätasallista. Koska omaisuusvahinkoonnettomuudet kuitenkin kuvaavat aina herkimmin liikennekäyttäytymisessä tapahtuneita muutoksia, ei tulosta voi jättää huomiotta.

Tarkasteltaessa talvihoidon ja talvikelien sekä talvikelionnettomuuksien yhteyttä, eräs keskeisimmistä kysymyksistä liittyy siihen, miten ajoneuvonkuljettajien käyttäytyminen muuttuu talvihoidon vaikutuksesta ja miten talvihoito muuttaa keliä. Tähän liittyy myös se, miten pahojen talvikelipäivien riski rakentuu, jos toisaalta talvikelien riski on moninkertainen kesäkeleihin verrattuna, mutta samalla kuitenkin onnettomuudet päivätasolla eivät näinä päivinä eroa merkittävästi kesän pahoista päivistä. Tätä yhteyttä olisi mielekästä tutkia sellaisella koeasetelmalla, jossa seurattaisiin tarkasti tietyn tieosuuden kitkan ja keliolosuhteiden kehitystä talven aikana ja rekisteröitäisiin samalla tieosuudella ajavien autojen nopeudet ja osuudella suoritettut talvihoitotoimenpiteet.

9 YHTEENVETO

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu kunnossapidon näkökulmasta sekä talvi-, että kesäajan liikenneturvallisuutta. Pääpaino on ollut talven liikenneturvallisuudessa. Tavoitteena oli tuottaa tilaajalle talvihoidon toimintalinjojen kehittämiseen tarvittavaa liikenneturvallisuustietoa.

Tutkimuksessa on toisaalta päivitetty tietyiltä osin eräitä vanhempia talviajan liikenneturvallisuusselvityksiä ja toisaalta pyritty löytämään tuoreita näkökulmia tienpidon liikenneturvallisuusvaikutuksille. Tutkimuksen eräänä keskeisenä kysymyksenä on ollut: "Voidaanko nykyistä talvihoidon tasoa tehostamalla saavuttaa vielä kustannustehokkaalla tavalla liikenneturvallisuus-hyötyjä?".

Pitkälti vuoden 1991-95 onnettomuusaineistoon perustuneen selvityksen "Talviajan liikenneturvallisuus" keskeisimmät tarkastelut on laskettu uudestaan vuosien 1996-99 aineistolla luvussa 2. Näissä tarkasteluissa saatettiin havaita että 1990-luvun lopulla talvikuukausien henkilövahinkoon johtaneen onnettomuuden riski ja liikennekuoleman riski on laskenut täysin samalle tasolle kesäkuukausien riskin kanssa. Tarkasteltaessa henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia saatettiin havaita, että kuitenkin vilkkailla teillä (kvl > 6000 ajon./vrk) talvikuukausien riski on 20% kesäkuukausien riskiä korkeampi. Ilmiö oli hieman voimakkaampi rannikolla kuin sisämaassa, mutta muuten talven liikenneturvallisuus rannikolla oli parantunut selvästi 90-luvun alun tasosta. Kaikkien onnettomuuksien riski talvikautena suhteessa kesäkauteen oli hieman kohonnut tarkastelujaksolla 1996-99 verrattuna vuosikymmenen alkuun. Tutkimuksessa ei pystytty löytämään selvää syytä sille, miksi omaisuusvahinko-onnettomuuksien suhteellinen kehitys talviaikana oli huonompi kuin vakavampien onnettomuuksien.

Luvussa 3 tarkasteltiin tutkijalautakuntien tutkimia talvikелеillä tapahtuneita kuolemaan johtaneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia vuosina 1997-99. Nämä tarkastelut tehtiin niin, että ne olivat mahdollisimman hyvin vertailukelpoisia Heikki Lappalaisen vuosien 1991-93 aineistoon pohjautuneen vastaavanlaisen tutkimuksen "Talvikelien kohtaamisonnettomuudet" kanssa. Tarkastelussa havaittiin, että talvikelionnettomuuksiinkin liittyy usein erilaista piittaamattomuutta. Sekä kuolemaan johtaneissa kohtaamis- että suistumisonnettomuuksissa 2/3 pääaiheuttajien renkaista oli eri kriteerien mukaan mitaten puutteellisia. Kohtaamisonnettomuuksien pääaiheuttajista 21% ja suistumisonnettomuuksien pääaiheuttajista 33% ajoi ylinopeutta. Turvavyötä käyttämällä olisi pelastunut varmuudella tai todennäköisesti 7% kohtaamisonnettomuuksissa kuolleista. Kunnossapitäjän kannalta keskeisimmäksi parannuskohteeksi nousi yllättävien ja poikkeavien kelitilanteiden ehkäisy. Aineiston mukaan onnettomuuspaikan keli poikkesi tulosuunnan kelistä 21% kohtaamisonnettomuuksista ja 39% suistumisonnettomuuksista. Kunnossapidon kannalta varsin hankalaksi osoittautui se, että 47% kuolemaan johtaneista kohtaamisonnettomuuksista tapahtui räntä- tai lumisateen aikana. Yleensä voimakkaan lumisateen aikana koko käytettävissä oleva kunnossapidokalusto on jo liikenteessä. Siltä osin, kun vuosien 1997-99 kuolemaan

johtaneita kohtaamisonnettomuuksia voitiin verrata vuosien 1991-93 aineistoon, ei tilastollisesti merkittäviä eroja aineistojen väliltä löytynyt.

Liikenneturvallisuutta eri talvihoitoluokissa tarkasteltiin luvussa 4. Hoitoluokkien I-II henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden ja liikennekuoleman riski on pysynyt lähes muuttumattomana vuosina 1994-1999. Hoitoluokassa Ib, jossa suolausta on vähennetty voimakkaasti luokkaan I verrattuna, on nähtävissä rannikkoalueella pieni hvj -onnettomuuksien riskin kasvu vuosina 1998-99.

Luvussa 5 on pohdittu kelinseurannan ongelmia. Tarkastelun johtopäätöksenä todettiin, että koska yksikään kelinarviointitekniikka ei pysty yksinään vastaamaan kaikkeen keliin liittyvään informaatiotarpeeseen, voisi eri tekniikoilla saatavan informaation yhdistäminen tuoda lisäarvoa kelinarviointiin. Samalla todettiin, että tekniikoiden kehittelyn kannalta suuri aukko löytyy työpöydän ja maantien väliltä; eri tekniikoita olisi pystyttävä testaamaan kontrolloiduissa olosuhteissa, ns. säähuoneissa.

Luvussa 5 tutkittiin myös sitä, miten sääindeksit ja kitkamittausarvot korreloivat talvikelionnettomuuksien kanssa. Korrelaatio havaittiin heikoksi. Tuloksista ei voinut päätellä, missä määrin tulokseen vaikutti sääindeksin ja kitkamittausjärjestelmän kyky kuvata talvikelejä ja missä määrin se, että talvihoidolla ehdittiin vaikuttaa keleihin ja kuinka paljon ajajat pystyivät ajotapojensa muutoksilla vaikuttamaan onnettomuuksien syntyyn liukkaan näköisillä keleillä.

Lukuun 6 on yhteenvedonomaisesti kerätty aiempia tutkimustuloksia talvihoidon ja liikenneturvallisuuden välisestä yhteydestä sekä toisaalta tarkasteltu yhteyttä vielä muutamasta uudesta näkökulmasta. Aiempien tutkimustulosten mukaan talvikelin tyyppi vaikutti voimakkaasti siihen, miten kuljettajat arvioivat kelin liukkauden. Havaitessaan kelin liukkaaksi ajajat laskevat nopeuksiaan yleensä 4...7 km/h, eräiden tutkimusten mukaan jopa yli 10 km/h. Luvussa 6 esitetyn Hiidenveden nopeustarkastelu -casen mukaan ensimmäinen arvio on todennäköisempi. Tutkimusten mukaan 1 km/h nopeuden lasku vähentää hvj -onnettomuuksia noin 3%. Talvikelien riski kesäkeleihin nähden on kuitenkin aiempien tutkimusten mukaan moninkertainen. Näiden tutkimusten valossa talvihoitoa priorisoitaessa tulisi ennen kaikkea keskittyä sellaisiin liukkaisiin keleihin, jotka eivät näytä kovin liukkailta (peitteettömät liukkaat).

Luvussa 6 tarkasteltiin myös talvi- ja kesäkuukausien henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien päivittäisiä lukumääriä. Hieman yllättäen saatettiin havaita, ettei talvikausina ole sen enempää suurten onnettomuuskertymien päiviä kuin kesäkausinakaan. Koska toisaalta liukkaiden talvikelien riski on todettu moninkertaiseksi kesäkeleihin nähden, näyttäisi siltä, että liukkainakin päivinä sopeudutaan huonoon keliin niin nopeasti, etteivät päivittäiset hvj -onnettomuusluvut ehdi nousta kovin korkeiksi kesään verrattuna.

Luvussa 7 tarkasteltiin lyhyesti tienhoidon turvallisuusvaikutuksia myös kesäkeleillä tutkijalautakuntien tutkimien kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta.

sien osalta. Tarkastelussa ei noussut esiin mitään keskeisiä hoitoon liittyviä tekijöitä, joilla olisi ollut selvä korrelaatio onnettomuuksiin.

Osa tutkimuksen tuloksista on tukenut sitä väittämää, että kelillä ja teiden talvihoidolla olisi voimakas vaikutus liikenneturvallisuuteen ja osa sitä, että niillä on vain vähäinen vaikutus turvallisuuteen. Yksi tutkimuksen keskeisimmistä kysymyksistä liittyy siihen, voidaanko talvihoitoa tehostamalla enää saavuttaa merkittäviä liikenneturvallisuushyötyjä. Tätä kysymystä on alla tarkasteltu vielä yhteenvedonomaaisesti jaottelemalla tutkimuksen tuloksia sen mukaan, mitkä tulokset tässä tutkimuksessa puoltavat talvihoidon tehostamista ja minkä tulosten mukaan talvihoitoa tehostamalla ei saada riittäviä liikenneturvallisuushyötyjä.

Talvihoidon tehostaminen kannattaa:

- Kaikkien onnettomuuksien riski talvikautena suhteessa kesäkauteen on pienentynyt 1990-luvun lopulla (luvut 2.1 ja 2.2)
- Tarkasteltaessa kuolemaan johtaneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia havaittiin, että merkittävänä syynä joka viidenteen talvikelin onnettomuuteen oli poikkeava ja yllättävä keli kanta- tai valtatiellä. Voisi olettaa, että tehokkaammalla kelin seurannalla, sekä kunnossapitotiimien ja urakoinnin yhteistyötä kehittämällä, pystyisi kohtuukustannuksin ylläpitämään tasalaatuisemman keli-tilanteen pääteillä, millä olisi vielä merkittävä onnettomuuksia ennaltaehkäisevä vaikutus (luku 3.2)
- Talvikelien onnettomuusriski on talvikeleistä saatujen suoritettietojen mukaan moninkertainen kesäkeleihin verrattuna. Suoritetiedot ovat kuitenkin varsin epävarmoja (luku 6.1.4).

Talvihoidon tehostaminen ei kannata:

- Talvikuukausien hvjo:n ja kuoleman riskit ovat viime vuosina pienentyneet selvästi ja laskeneet samalle tasolle kesäkuukausien riskien kanssa. Hvj -onnettomuudet ja liikennekuolemat tilastoidaan luotettavammin kuin kaikki onnettomuudet. Voisi olettaa, että pyrittäessä edelleen talvihoidon keinoin laskemaan talven hvjo ja kuoleman riskitasoa kuivan kelin "perusriskitaso" tulee pian vastaan (luvut 2.1 ja 2.2).
- Tarkasteltaessa kuolemaan johtaneita kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksia havaittiin, että merkittävällä osalla onnettomuuksien pääaiheutajista oli liian suuri tilannenopeus, jopa ylinopeus, sekä hyvin puutteelliset renkaat. Tämän perusteella voisi olettaa, että valvonnan, valistuksen ja tietyiltä osin myös lainsäädännön keinoin (rengasmääräysten tiukentaminen) olisi saavutettavissa merkittävämpiä liikenneturvallisuushyötyjä kuin talvikunnossapitoa tehostamalla (luvut 3.6 ja 3.7).
- Talven hvj -onnettomuudet kasvoivat niin tasaisesti suoritteen mukaan talvihoitoluokasta toiseen, ettei ole löydettävissä mitään selvää "mustaa aluetta", jossa talvihoitoa olisi helppo tehostaa (luku 4.3).

- Onnettomuusmäärät korreloivat huonosti sääindekseihin ja kitkamittausten tuloksiin. On hyvin vaikea lähteä tehostamaan toimia sellaisen yhteyden pohjalta, jota ei voida osoittaa (luvut 5.2 ja 5.3).
- Eri lähteiden mukaan kuljettajat alentavat liukkaalla nopeuttaan 4...7 km/h, mikä vastaa suunnilleen samaa kuin nopeusrajoituksen alentaminen 20km/h. Kuljettajat siis kompensoivat itse liukkauden vaikutusta merkittävästi (luvut 6.1.2 ja 6.2).
- Päivittäiset hvj -onnettomuuskertymät talvi- ja kesäkuukausina eivät eronneet toisistaan merkittävästi. Talviajalta on siis vaikea löytää mitään sellaisia vuorokausitasolla vaihtelevia tekijöitä (esim. keli), jotka vaikuttaisivat voimakkaasti liikenneturvallisuuteen (luku 6.4).

Talviajan liikenneturvallisuus koheni henkilövahinkoon ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta selvästi 1990-luvun lopulla. Varsin monet tutkimuksen tulokset viittasivat siihen, että perinteisen talvihoidon keinoin on tulevaisuudessa entistä vaikeampi saavuttaa kustannustehokkaalla tavalla merkittäviä liikenneturvallisuushyötyjä. Talvihoitoa jatkossa kehitettäessä tulisi tehokkaamman keliseurannan avulla helpottaa poikkeavien kelitilanteiden ennakointia. Lisäksi vilkasliikenteisten teiden talvihoitoon tulisi kiinnittää erityistä huomiota.

LÄHDELUETTELO

Evensen Ragnar 1996: Veg-grepsprosjektet, konsekvenser av enkle strategier, Delsprosjekt 5.15. Statens vegvesen, Intern rapport nr. 1918.

Heinijoki Heikki 1994: Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen. Tielaitoksen selvityksiä 19/1994. ISBN 951-47-9098-7.

Lappalainen Heikki 1995: Liukkaan kelin kohtaamisonnettomuudet. Tutkijalautakuntien aineistoon 1991-93 perustuva selvitys. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 27/1995.

Malmivuo Mikko, Peltola Harri 1997: Talviajan liikenneturvallisuus - Tilastollinen tarkastelu 1991-1995. Tielaitoksen selvityksiä 6/1997. ISBN 951-726-317-1.

Mäkinen Tapani ja Wuolijoki Arja 1999: Rikos ja rangaistus. Vakaviin liikenneonnettomuuksiin joutuneiden liikenneerikkomukset. VTT:n Tutkimusraportti 490/ 1999.

Nilsson Göran ja Obrenovic Alexander 1998: Seasonal Speed limits. VTI rapport 435 A.

Ranta Susanna ja Kallberg Veli-Pekka 1996: Ajonopeuden turvallisuusvaikutuksia koskevien tilastollisten tutkimusten analyysi. VTT:n Tutkimusraportti 362.

Saastamoinen Kimmo 1993: Kelin vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikennevirran ominaisuuksiin. Tielaitoksen selvityksiä 80/1993. ISBN 951-47-8139-2.

Saastamoinen Kimmo 1994: Liikennemäärät eri kelioloissa - Tiesääasemien kelitiedon ja liikenteen automaattisilta pisteiltä saadun liikennetiedon perusteella. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 14/1994.

Vaa Torgeir, Sakshaug Kristian, Resen-Fellie Ole Peter 1995, Road salting and traffic safety, the effect of road salting on accidents and driving speed. Conference paper.

LIITTEET

1. Onnettomuuslukuja luvun 1 taulukoihin
2. Talvikeliä kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien erityispiirteitä, lisätarkasteluja lukuun 3
3. Poikkeavien kelitilanteiden kuvaukset tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa talvikeliä kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksissa 1997-1999.
4. Hoitoluokkien riskit rannikolla ja sisämaassa
5. Seututiet, joilla poikkeuksellisen suuri talvikeliä onnettomuustiheys/ km, vuorokausiliikenteeseen nähden
6. Kitka-alitusten ja onnettomuuksien lukumäärät eri tiepiireissä marras-joulukuussa 1999
7. Suomen ja Ruotsin talvikuukausien onnettomuusvertailua

Onnettomuuslukuja luvun 1 taulukoihin

Taulukko 1. Talvi- ja kesäkuukausien onnettomuudet rannikolla ja sisämaassa. Vertaa raportin taulukkoon 2.

	talvi (lokakuu- maaliskuu)		kesä (huhtikuu- syyskuu)		talviaika, talvikeli	
	rannikko	sisämaa	rannikko	sisämaa	rannikko	sisämaa
Kaikki onnettomuudet 96-99						
kvl<1500	4095	4783	3686	4358	2615	3493
kvl 1500 -6000	6979	5554	5771	4656	3660	3392
kvl>6000	4782	2522	4220	2149	2311	1441
yhteensä	15856	12859	13677	11163	8586	8326
Henkilövahinko-onnettomuudet 96-99						
kvl<1500	806	864	1170	1170	543	645
kvl 1500 -6000	1389	1035	1668	1260	773	657
kvl>6000	1281	541	1246	581	616	305
yhteensä	3476	2440	4084	3011	1932	1607
Kuolemat 96-99						
kvl<1500	56	84	86	113	31	66
kvl 1500 -6000	134	113	133	146	75	72
kvl>6000	116	49	136	65	52	16
yhteensä	306	246	355	324	158	154

Taulukko 2. Talvi- ja kesäkuukausien onnettomuudet tiepiireittäin. Vertaa raportin taulukkoon 3.

Tiepiiri	Kaikki onnettomuudet 1996-99		Henkilövahinko-onn. 1996-99		Kuolleet 1996-99	
	Talvi	Kesä	Talvi	Kesä	Talvi	Kesä
Uusimaa	4937	4288	1233	1321	74	89
Turku	4596	4051	947	1247	84	90
Kaakkois-Suomi	3108	2899	576	700	68	73
Häme	5505	4743	885	1134	93	121
Savo-Karjala	2107	1813	437	519	55	61
Keski-Suomi	1940	1668	405	500	37	54
Vaasa	2915	2310	626	763	60	73
Oulu	2606	2286	491	590	50	72
Lappi	1049	827	325	329	31	46
Koko maa	28763	24885	5925	7103	552	679

Taulukko 3. Talvikuukausien onnettomuudet eri keleillä. Vertaa raportin taulukkoon 4.

Tiepiiri	Talviajan kaikki onn. 1996-99				Talviajan hvj-onn. 1996-99				Talviajan kuolemat 1996-99			
	Luminen	Sohjoinen	Jäinen	Kaikki kelit	Luminen	Sohjoinen	Jäinen	Kaikki kelit	Luminen	Sohjoinen	Jäinen	Kaikki kelit
Uusimaa	598	373	1228	4803	126	132	335	1225	7	4	27	74
Turku	565	305	1332	4492	105	87	315	924	9	4	26	84
Kaakkois-Suomi	572	158	1170	3021	80	27	228	572	6	2	30	67
Häme	836	322	2001	5389	110	60	337	878	8	9	30	93
Savo-Karjala	315	96	1085	2074	55	22	222	430	8	1	24	55
Keski-Suomi	290	83	934	1932	59	15	189	405	8	1	13	37
Vaasa	489	146	1275	2844	87	41	278	620	10	2	21	60
Oulu	445	109	1357	2571	69	23	273	489	3	3	30	50
Lappi	204	22	637	1029	47	12	212	321	2	2	22	31
Koko maa	4314	1614	11019	28155	738	419	2389	5864	61	28	223	551

Taulukko 4. Talvikeliön onnettomuudet talvikuukausina onnettomuusluokittain. Vertaa raportin taulukkoon 5.

Onnettomuusluokka	Kaikki 1996-99		Hvjo 1996-99		Kuolemat 1996-99	
	Talvikeli	Kaikki kelit	Talvikeli	Kaikki kelit	Talvikeli	Kaikki kelit
Yksittäisonnettomuus	5346	7712	1051	1687	37	84
Kääntymisonnettomuus	1300	2026	254	459	10	17
Ohitusonnettomuus	755	1189	153	222	17	23
Risteämisonnettomuus	1846	2878	449	779	12	39
Kohtaamisonnettomuus	1602	2014	673	858	162	237
Peräänajo-onnettomuus	1134	1913	223	450	5	13
Polkupyörä- ja mopedionn.	259	631	168	430	21	42
Jalankulkijaonnettomuus	354	548	283	448	37	71
Eläinonnettomuus	3351	7839	107	274	0	4
Muu	1000	1405	185	257	11	21

Taulukko 5. Talvikuukausien onnettomuudet onnettomuusluokittain haja-asutusalueilla ja taajamissa. Vertaa raportin taulukkoon 6.

Onnettomuusluokka	Kaikki onnettomuudet				Hvi-onnettomuudet				Liikennekuolemat			
	Haja-asutus		Taajama		Haja-asutus		Taajama		Haja-asutus		Taajama	
	Talvi	Koko vuosi	Talvi	Koko vuosi	Talvi	Koko vuosi	Talvi	Koko vuosi	Talvi	Koko vuosi	Talvi	Koko vuosi
Yksittäisonnettomuus	6377	12198	1492	2734	1409	3569	297	685	65	222	19	41
Kääntymisonnettomuus	1293	2680	778	1368	310	753	153	307	16	35	2	5
Ohitusonnettomuus	828	1376	389	668	172	296	53	100	22	36	1	7
Risteämisonnettomuus	1454	2699	1481	2383	433	900	354	605	26	69	13	24
Kohtaamisonnettomuus	1788	2540	263	369	762	1137	101	154	216	380	21	39
Peräänajo-onnettomuus	1154	2100	792	1497	266	507	189	367	10	16	3	7
Polkupyörä- ja mopedionnettomuus	318	1188	330	1101	233	919	203	736	30	111	12	42
Jalankulkijaonnettomuus	281	482	275	407	238	402	215	325	55	94	16	31
Eläinonnettomuus	7741	14889	296	688	273	813	6	29	4	30	0	1
Muut	1081	1691	352	590	203	333	55	91	19	38	2	3
Yhteensä	22315	41843	6448	11805	4299	9629	1626	3399	463	1031	89	200

Talvikelien kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksien erityispiirteitä, lisätarkasteluja lukuun 3

Taulukko 6. Tarkasteltujen talvikelin kohtaamisonnettomuuksien kelijakauma valta- ja kantateillä rannikolla, Sisä- ja Pohjois-Suomessa sekä koko Suomessa.

Kelityyppi	Rann.piiirit(U,T,V,Ky)		Sisä- ja Pohj.-Suomi		Koko maa	
	1997-99	1991-93	1997-99	1991-93	1997-99	1991-93
	%	%	%	%	%	%
Sohjoa tiellä	35	28	24	31	28	30
Irtolunta tiellä	22	19	8	13	13	15
Jääkalvo kauttaaltaan	43	42	38	31	40	36
Polannetta osittain tai kokonaan	0	12	30	25	18	19
Yht.	100	100	100	100	100	100

Taulukko 7. Tarkastellut talvikelin kohtaamisonnettomuudet Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa.

	N	%
Etelä-Suomi	53	62
Keski-Suomi	17	20
Pohjois-Suomi	16	19

Taulukko 8. Tarkastellut talvikelin suistumisonnettomuudet Etelä-, Keski- ja Pohjois-Suomessa.

	N	%
Etelä-Suomi	13	72
Keski-Suomi	3	17
Pohjois-Suomi	2	11

Taulukko 9. Tarkastellut talvikelin kohtaamisonnettomuudet tunneittain, viikonpäivittäin ja kunnossapidon työaikana.

Tunti	Kpl		Jaksottain Kpl ja %		Viikonpäivä Kpl (%)	
	1997-99	1991-93	1997-99	1991-93	1997-99	1991-93
0...1	1	1	Klo 0-7 3 kpl 3 %	Klo 0-7 7 kpl 5 %	Ma 14(16)	Ma 19(14)
1...2	0	1			Ti 14(16)	Ti 22(17)
2...3	0	0			Ke 16(19)	Ke 14(11)
3...4	0	1			To 17(20)	To 19(14)
4...5	0	0			Pe 8(9)	Pe 20(15)
5...6	0	0			La 7(8)	La 20(15)
6...7	2	4			Su 10(12)	Su 18(14)
7...8	6	13	Klo 7-16 48 kpl 56 %	Klo 7-16 74 kpl 56 %	Yht. 86	Yht. 132
8...9	2	8				
9...10	1	7				
10...11	5	4				
11...12	5	5				
12...13	5	7				
13...14	9	7				
14...15	6	8	Klo 16-24 35 kpl 41 %	Klo 16-24 51 kpl 39 %	Kunnossa- pidon työaikana ma-to klo 7-15 ja pe klo 7-14	Kunnossa- pidon työaikana ma-to klo 7-15 ja pe klo 7-14
15...16	9	15				
16...17	2	15				
17...18	5	7				
18...19	11	12				
19...20	2	4				
20...21	8	6				
21...22	2	2			30 kpl 35 %	43 kpl 33 %
22...23	4	5				
23...24	1	0				
Yht.	86	132				

Taulukko 10. Tarkastellut talvikelin suistumisonnettomuudet tunneittain, viikonpäivittäin ja kunnossapidon työaikana.

Tunti	Kpl	Jaksottain		Viikonpäivä
	1997-99	Kpl	%	Kpl(%)
0...1	1	Klo 0-7 5 kpl	Klo 0-7 28 %	Ma 5(28)
1...2	1			Ti 1(6)
2...3	0			Ke 4(22)
3...4	1			To 1(6)
4...5	1			Pe 2(11)
5...6	1			La 5(28)
6...7	0			Su 0
7...8	1	Klo 7-16 7 kpl	Klo 7-16 39 %	Yht. 14
8...9	0			
9...10	1			
10...11	1			
11...12	2			
12...13	0			
13...14	1			
14...15	1	Kunnossapidon työaikana ma-to klo 7-15 ja pe klo 7-14		
15...16	0			
16...17	1		Klo 16-24 6 kpl	Klo 16-24 33 %
17...18	1			
18...19	1			
19...20	1			
20...21	2			
21...22	0			
22...23	0			
23...24	0			
Yht.	18			

Taulukko 11. Pääaiheuttajien kokonaisajomäärät moottoriajoneuvolla tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
1000-10 000 km	4	5	2	11
10 000-50 000 km	4	5	1	6
50 000-100 000 km	5	6	0	0
100 000-300 000 km	11	13	0	0
yli 300 000 km	37	43	9	50
ei tiedossa	25	29	6	33
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 12. Pääaiheuttajien ajomäärät kyseisellä ajoneuvolla tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
alle 100 km	2	2	0	0
100-1000 km	5	6	3	17
1000-10 000 km	14	16	3	17
10 000- 50 000 km	19	22	2	11
50 000-100 000 km	8	9	0	0
100 000 km tai enemmän	16	19	3	17
ei tiedossa	22	26	7	39
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 13. Pääaiheuttajien liikennevahinkojen määrä (syyllisenä tai muuna osallisena) viisivuotisjaksolla ennen onnettomuutta tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
Ei yhtään	54	63	8	44
1 vahinko	12	14	2	11
2 vahinkoa	3	3	0	0
3 vahinkoa	1	1	1	6
Ei tiedossa	16	19	7	39
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 14. Pääaiheuttajien koulutus tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
Peruskoululainen	1	1	0	0
Kansa-, keski- tai peruskoulu	27	31	11	61
Ylioppilas	7	8	2	11
Keskiasteen ammattikoulutus	14	16	3	17
Opistotasoinen tutkinto	13	15	1	6
Akateeminen tutkinto	8	9	0	0
Muu	1	1	0	0
Ei tiedossa	15	17	1	6
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 15. Pääaiheuttajien ammatit tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
Yrittäjä	3	3	1	6
Ylempi toimihenkilö	11	13	0	0
Alempi toimihenkilö	11	13	0	0
Teollisuustyöntekijä	4	5	3	17
Ammattiautoilija	12	14	2	11
Muuten paljon autoileva (esim. myyntimies)	0	0	1	6
Muu työntekijä	8	9	1	6
Koululainen	1	1	0	0
Opiskelija	10	12	3	17
Kotirouva	1	1	0	0
Eläkeläinen	12	14	4	22
Varusmies	2	2	0	0
Työtön	1	1	0	0
Ei tiedossa	10	12	3	17
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 16. Matkojen pääasiallinen tarkoitus tarkastelluissa talvikelionnettomuuksissa vuosina 1997–99.

	Kohtaamisonnettom.		Suistumisonnettom.	
	N	%	N	%
Ammattiajo	12	9	2	11
Työmatka	15	18	3	17
Koulumatka	5	7	0	0
Asiointi-/huoltomatka	14	20	2	11
Vapaa-ajan matka, kohde	26	29	8	44
Vapaa-ajan matka, ei kohdetta	5	7	2	11
Muu	2	4	0	0
Ei tiedossa	7	5	1	6
Yhteensä	86	100	18	100

Taulukko 17. Toisen osallisen ajoneuvotyyppit tarkastelluissa talvikelin kohtaamisen nettomuuksissa.

	Kohtaamisen nettomuudet			
	1997-99	1997-99	1991-93	1991-93
	N	%	N	%
Henkilöauto	57	66	77	58
Pakettiauto	6	7	16	12
Kuorma-auto	5	6	6	5
Kuorma-auto + pv	16	19	20	15
Linja-auto	2	2	8	6
Muu	0	0	5	4
Yht.	86	100	132	100

Taulukko 18. Tuntiliikenne pääaiheuttajan kulkusuuntaan tielajeittain tarkastelluissa talvikelin kohtaamisen nettomuuksissa vuosina 1997-99.

Tielaji	Liik.määrä ma/h	Kohtaamisen nettom.		Suistumisen nettom.	
		N	%	N	%
Valtatie	20...50	5	12	1	20
	50...100	6	14	3	60
	100...300	21	50	1	20
	300...500	5	12	0	0
	500...1000	1	2		
	ei tiedossa	4	10	0	0
	Yhteensä	42	100	5	100
Kantatie	20...50	7	39	1	50
	50...100	5	28	1	50
	100...300	4	22	0	0
	300...500	1	6		
	ei tiedossa	1	6		
	Yhteensä	18	100	2	100
Muu maantie	enint. 5	0	0	1	17
	5...20	2	9	3	50
	20...50	8	36	1	17
	50...100	7	32	0	0
	100...300	4	18	1	17
	ei tiedossa	1	5		
	Yhteensä	22	100	6	100
Paikallistie	20...50	0	0	2	100
	ei tiedossa	1	100	0	0
Pääkatu tai vastaava	50...100	0	0	1	100
Muu katu tai kaavatie	100...300	1	33	0	0
	ei tiedossa	2	67	1	100
Yksityistie tai -alue	enint. 5	0	0	1	100
	Yhteensä	86	100	18	100

Poikkeavien kelitilanteiden kuvaukset tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa talvikelien kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksissa 1997-1999.

Jäljessä yhteenveto kelinmuutostilanteiden kuvauksista kuolemaan johtaneissa kohtaamis- ja suistumisonnettomuuksissa 1997-99:

Kohtaamisonnettomuudet (23):

1. Kymenlaakso (Pyhtää, Ahvenkoski). 3.12.1997 klo 11:20. Valtatie 7, tieosa 23, km 2,0, 100-300 ma/h.
Riskitekijä: kelin muuttuminen sulasta jäiseksi 2 km ennen vahinkopaikkaa (Uudenmaan tiepiirin puolella tie oli suolattu ja märkä)
Kelikuvaus: Tien pinta oli jäinen. Keli muuttui henkilöauton kulkusuunnassa noin 2 km ennen onnettomuuspaikkaa sulasta jäiseksi. Sää oli pilvipoutainen ja oli valoisaa.
Kp-toimet: Ei toimenpiteitä.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
2. Mikkelin lääni (Pieksämäen maalaiskunta). 5.5.1997 klo 08:00. Kantatie 72. 50-100 ma/h.
Riskitekijä: yllättävä musta jää ko. tien kohdassa.
Kelikuvaus: Onnettomuuskohtalla tie oli mustan jään peitossa, muuten märkä
Kp-toimet: Ei toimenpiteitä
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
3. Oulun lääni, Kajaani (Kuhmo). 24.2.1997 klo 18:00, kantatie 76. 20-50 ma/h.
Riskitekijä: kelin huononeminen.
Kelikuvaus: Liukas talvikeli, ajourat jäiset, tieluiskalla 30-40 cm levyinen 1-3 cm korkea polanneharjanne. Keli huononi pääaiheuttajan kulkusuunnassa.
Kp-toimet: Tie suolattiin noin tunnin kuluttua onnettomuudesta.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen kosteus
4. Turun ja Porin lääni, Varsinais-Suomi, Masku. 20.2.1997 klo 18:00, Valtatie 8. 300-500 ma/h.
Riskitekijä: keliolosuhteiden yllättävä muuttuminen liukkaiksi
Kelikuvaus: Tien pinta oli erittäin liukas kyseisellä tienkohdalla. Liukkautta ei ollut havaittavissa vielä muutamaa tuntia ennen vahinkohetkeä. Vahinko sattui pimeässä, valaisemattomalla tiellä.
Kp-toimet: Tie oli suolattu n. 6-8 tuntia ennen onnettomuutta.
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos/Paikallinen liukkaus
5. Uudenmaan lääni, Hyvinkään Veikkari, 14.1.1997 klo 11:53, Maantie 130. 50-100 ma/h.
Riskitekijä: märkä tienpinta oli jäätymässä ja liukkautta oli vaikea havaita
Kelikuvaus: Märkä tienpinta oli jäätymässä (juuri jäätynyt) ja liukkautta oli vaikea havaita.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
6. Uudenmaan lääni, Ruotsinpyhtää, Myllykylä, 13.2.1997 klo 18:15, Valtatie 7.
Riskitekijä: erittäin liukas keli
Kelikuvaus: Keli vaihteli kuorma-auton kulkusuunnassa lumikuurojen mukaan ja muuttui asteittain liukkaammaksi. Tien pinta oli onnettomuuspaikalla jäinen ja satoi lunta.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos

7. Uudenmaan lääni, Nurmijärven Röykkä, 19.3.1997 klo 13:58, Valtatie 7
Riskitekijä: liukas tie
Kelikuvaus: Tien pinta oli onnettomuuspaikalla jäinen ja sää pilvipoutainen. Keli vaihteli lyhyellä matkalla: täysin kuiva - märkä - jäinen.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos
8. Turun ja Porin lääni, Pori, Pirttijärvi, 8.1.1998 klo 18:15, Valtatie 8.
Riskitekijä: liukas ajorata
Kelikuvaus: Sää oli vesi/räntäsateinen, tien pinta oli ohuen, vetisen jääkerroksen peittämä ja erittäin liukas. Ilmeisesti tienpinnalle oli muodostunut ohut jääkerros, alijäähtynyt vesi. Liukkaus oli ilmeisesti alueellista ja sen havaitseminen vaati tarkkaavaisuutta. Liukas ajorata oli ilmeisesti ratkaisevalla tavalla edesauttanut hallinnan menetyksessä
Kp-toimet: Lumisade ja tien liukastuminen oli havaittu Ahlaisten VT8 sääasemalla (noin 10 km etelään onnettomuuspaikalta) ja tien kunnossapitäjät oli hälytetty Turun kelikeskuksen toimesta liukkaudentorjuntaan klo 16.43. Ensimmäin suolattiin Merikarvian alue ja onnettomuuspaikalle suolausauto ehti vasta onnettomuuden jälkeen.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
9. Turun ja Porin lääni (pori), 25.1.1998 klo 22:53, Valtatie 8
Riskitekijä: kostea/jäinen, osin lumisohjoinen tienpinta
Kelikuvaus: Sää oli pilvipoutainen. Tien pinta oli kostea/jäinen ja keskitiellä oli hieman lumisohjoa. Tapahtumahetkellä tie oli lähellä onnettomuuspaikkaa sijaitsevien mittareiden mukaan kostea, eikä liukkausta esiintynyt. Silminnäkijöiden kuvauksen mukaan tie oli kuitenkin edelleen liukas ja ainakin keskitiellä oli hieman lumisohjoa
Kp-toimet: Tien jäätymisvaara oli havaittu Tielaitoksen kelikeskuksessa klo 18.27 ja annetun hälytyksen jälkeen tie oli saatu suolattua klo 20.40 mennessä.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
10. Hämeenlinna, 4.12.1998, klo 15:30, Valtatie 10.
Riskitekijä: jäinen ja liukas tienpinta
Kelikuvaus: Märkä tienpinta oli ilman kylmenemisen ja alkaneen räntäsateen takia alkanut jäätyä (peilijää/ohut jääkalvo).
Kp-toimet: Ei toimenpiteitä. (Suolaus ja sohjonpoisto 5 tuntia aikaisemmin). Lautakunnan mielestä ennakkosuolausta tehostettava.
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos
11. Kymenlaakso, Pyhtää, Ahvenkoski. 18.3.1998 klo 00:40, Valtatie 7, tieosa 23
Riskitekijä: kelin muuttuminen sulasta jäiseksi (Uudenmaan tiepiirin puolella tie oli suolattu)
Kelikuvaus: Tien pinta oli jäinen. Keli muuttui henkilöauton kulkusuunnassa noin 1,5 km ennen onnettomuuspaikkaa sulasta jäiseksi.
Kp-toimet: Ei toimenpiteitä
Kelin poikkeavuus: Paikallinen kosteus
12. Keski-Suomi, Kyyjärvi. 3.11.1998 klo 12:25, Valtatie 16.
Riskitekijä: lumisohjoinen ja liukas tie
Kelikuvaus: Lumisade. Tie oli suolattu edellisenä iltana. Onnettomuuden aikaan tiellä oli sohjoa n. 4 cm ja tie oli liukas.
Kp-toimet: Tie oli suolattu edellisenä iltana.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta

13. Lapin lääni, Tornion kantojärvi. 8.10.1998 klo 21:00, maantie 927
Riskitekijä: tien pinta oli kyseisellä kohtaa ns. "mustan jään" peitossa. Muualla tien pinta oli sula.
Kelikuvaus: Päivällä oli paikoin satanut alijäähtynyttä vettä pakkasyön jälkeen, mikä oli aiheuttanut mustaa jäätä kyseiseen tien kohtaan.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
14. Orimattila, Tuuliharja/Luhtikylä, Valtatie 4. 6.1.1997 klo 18:10.
Riskitekijä: jäinen ja liukas tienpinta
Kelikuvaus: Tien pinta oli pakkasen nopean alenemisen vuoksi erittäin liukas.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos
15. Ylistaro, Pelmaa, Valtatie 16. 26.3.1997 klo 23:30 ?
Riskitekijä: tien liukkaus ja erittäin voimakkaan tuulen toiselle kaistalle aiheuttamat lumikinokset
Kelikuvaus: Tien pinta oli osittain luminen ja liukas. Puuskittainen myrskytuuli oli muodostanut paikoin pieniä lumikinoksia toiselle kaistalle.
Kp-toimet: Tie oli suolattu 2 tuntia ennen onnettomuutta.
Kelin poikkeavuus: Ei tiedossa
16. Hanko, Valtatie 25, 3.2.1998 klo 14:00.
Riskitekijä: Lumisohjo tasoristeyksen kohdalla
Kelikuvaus: Tiellä vallitsi normaali talvikeli, mutta tasoristeyksen kohdalle oli kerääntynyt lumisohjoa.
Kp-toimet: Tie oli aurattu, sohjo oli ilmeisesti kerääntynyt tasoristeyksen kohdalle raskaiden ajoneuvoyhdistelmien pohjista.
Kelin poikkeavuus: Muu
17. Hausjärvi, kantatie 54, 6.11.1998 klo 22:15.
Riskitekijä: jäinen tienpinta
Kelikuvaus: Tien pinta oli jäinen. Ilman kylmetessä korkeammalla sijaitsevat tienkohdat jäätyivät ensiksi, varsinkin kalliioleikkauksissa.
Kp-toimet: Tie oli suolattu 10 tuntia aikaisemmin ja sohjo oli poistettu 4 tuntia ennen onnettomuutta.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
18. Vantaa, Tikkurilantie, 26.11.1999 klo 19:22.
Riskitekijä: Jäätyminen oli alkanut, kitka vaihteli tieosalla pituussuunnassa
Kelikuvaus: Tien pinta oli jäinen ja erittäin liukas. Jarrutuskohdassa sillalla kitka oli muuta tietä alhaisempi.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos
19. Tammela, Somerontie, 13.3.1999 klo 15:55.
Riskitekijä: Jäätyminen varjopaikoissa tien uriin, vaikka tie muuten sula
Kelikuvaus: Sulamisvesi jäätynyt varjokohtiin, mäen pohjois-lappeilla erityisesti tien uriin.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus

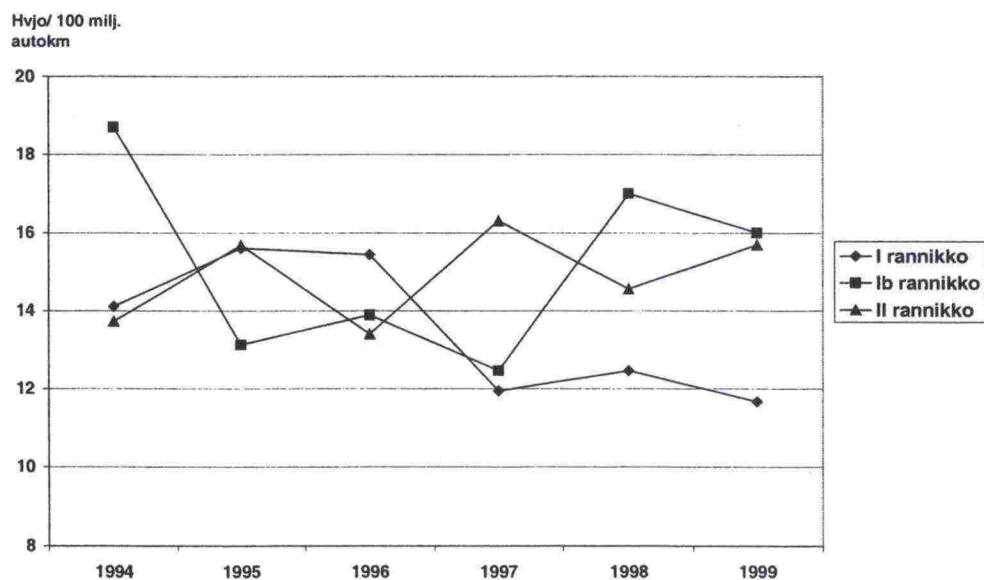
20. Jokioinen, Valtatie 2, 7.12.1999 klo 17:00
Riskitekijä: Tie osittain sula, osittain jäinen
Kelikuvaus: Peltoaukeat mahdollisesti sulia, mäennypylät alkoivat jäätyä lämpötilan las-
kiessa. Heikko lumisade.
Kp-toimet: Sohjonpoisto 2,5 tuntia ennen.
Kelin poikkeavuus: Äkillinen säämuutos.
21. Tampere, Olkahinen, Valtatie 9, 15.1.1999 klo 15:57
Riskitekijä: Tien pinta oli liukas ja jäinen juuri sataneen lumen takia.
Kelikuvaus: Tien pinta oli liukas ja jäinen juuri sataneen lumen takia.
Kp-toimet: Ei toimia (Suolattu 9,5 tuntia ennen)
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
22. Lappeenranta, Nyrhilä, Valtatie 6, 17.11.1999 klo 18:14
Riskitekijä: Kelin muuttuminen jäiseksi.
Kelikuvaus: Tien pinta oli jäinen, keskellä tietä oli hiukan sohjoa.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
23. Pieksämäen maalaiskunta, Valtatie 23, 19.10.1999 klo 10:23
Riskitekijä: Yllättävä mustan jään aiheuttama liukkaus kyseisessä tien kohdassa.
Kelikuvaus: Tien pinta oli paikoitellen jäätynyt aamun kuluessa, koska lämpötila laski pai-
koitellen nollan alapuolelle. Aikaisemmin aamulla tie oli ollut vetinen.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta

Suistumisonnettomuudet (10):

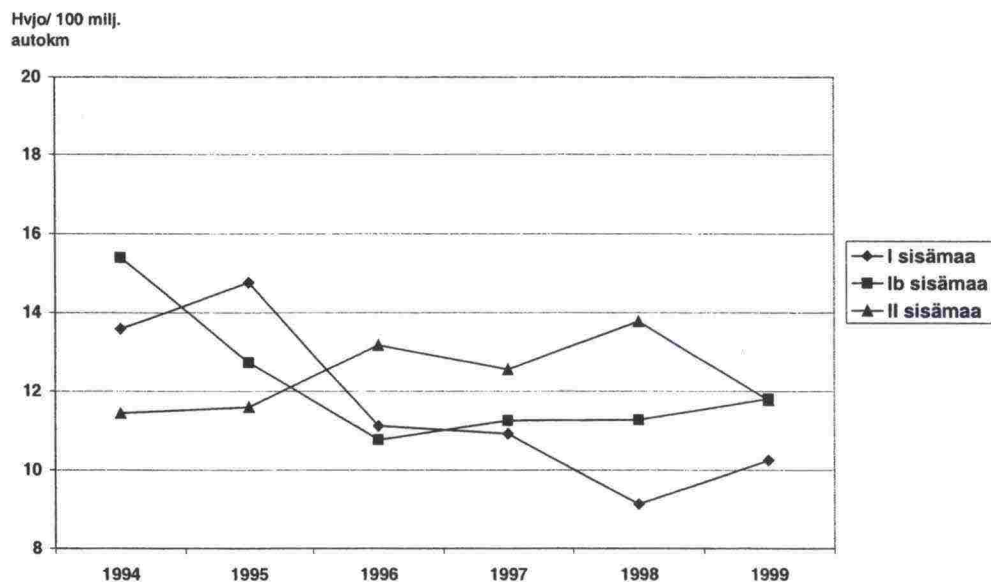
1. Uusimaa (Lapinjärvi). 6.4.1998 klo 19:40, kantatie 294.
Riskitekijä: tien pinnat jäätyivät nopeasti tapahtumapaikalla.
Kelikuvaus: Kyseisessä tiekaarteessa oli jäätynyttä sulamisvettä. Ilmeisesti muu tie oli
sula.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
2. Varsinais-Suomi. 23.2.1998 klo 20:42, kantatie 52.
Riskitekijä: - (ei mainintaa tässä yhteydessä kelistä? - tosin suuresta tilannenopeudesta)
Kelikuvaus: Kyseisellä tienkohdalla tien pinta oli juuri jäätynyt. Jäätyminen oli paikallista.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
3. Varsinais-Suomi. 18.3.1998 klo 7:40, paikallistie 12197
Riskitekijä: liukas keli
Kelikuvaus: Öljysorapäällyste oli paikoitellen jäinen, sohjoinen ja liukas. Pelto-osuuksilla
tie oli kuiva, mutta kyseisellä metsäosuudella liukas.
Kp-toimet: Ei toimia
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus

4. Kanta-Häme, Hämeenlinna, Vuorentaantie. 17.10.1998 klo 9:07.
Riskitekijä: kaarteessa olevan mustan jään aiheuttama yllättävä liukkaus
Kelikuvaus: Tien pinta oli muualta märkä, mutta kyseisessä kaarteessa oli mustaa jäätä.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
5. Pirkanmaa, Tampere (Paasikiventie). 26.1.1998 klo 5.22.
Riskitekijä: liukkaus
Kelikuvaus: Sään äkillisen lauhtumisen vuoksi tien pinta oli aikaisin aamulla poikkeuksellisen liukas.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta?
6. Orivesi, Eräjärventie (maantie 326). 28.3.1998 klo 12:00.
Riskitekijä: Tien pinta oli jäinen, urainen ja epätasainen, erityisesti varjopaikoissa.
Kelikuvaus: Sää oli kirkas ja näkyvyys hyvä. Tien pinta oli jäinen, urainen ja epätasainen, erityisesti varjopaikoissa.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
7. Kemi, Elijärvi (maantie 9205). 9.10.1998 klo 10:55.
Riskitekijä: kyseisessä tiekohdassa "musta jää" yllätti kuljettajan (siirtyi ylemmän verkon tieltä alemman verkon tielle).
Kelikuvaus: Sää oli kirkas ja oli valoisaa. Tien pinta oli märkä, mutta varjoisalla tienkoddalla olleella vahinkopaikalla jäinen 300–400 metrin matkalla.
Kp-toimet: Ei tiedossa.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen kosteus
8. Uusimaa (Kirkkonummi, Jorvaksentie). 23.3.1999 klo 20:20
Riskitekijä: Tien pinta oli erittäin liukas ohuen mustan jään takia. Kitka vaihteli samalla tien osalla ja jäätyminen oli tapahtunut erittäin nopeasti.
Kelikuvaus: Ajorata oli osin märkä, osin mustan jään peitossa ja näiltä osin erittäin liukas. Kitka vaihteli samalla tien osalla ja jäätyminen oli tapahtunut erittäin nopeasti.
Kp-toimet: Ei toimia.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus
9. Satakunta (Säkylä, Maantie 2044). 2.1.1999 klo 15:00
Riskitekijä: Sää- ja keliolosuhteet vaikeuttivat ajon hallintaa.
Kelikuvaus: Satava vesi jäättyi heti tien pinnassa, koska tien pinnan lämpötila oli $<0^{\circ}\text{C}$. Tien pinta oli tapahtumahetkellä erittäin liukas. Vesisade ja paljaalta näyttänyt asfalttipinta erehdyttivät kuljettajan luulemaan tietä märäksi, ei liukkaaksi.
Kp-toimet: Ei toimia (Hiekoitus 20–25 tuntia ennen)
Kelin poikkeavuus: Ei poikkeavuutta
10. Satakunta (Suodenniementie, Valtatie 11). 26.11.1999 klo 13:25
Riskitekijä: Kitka vaihteli pituussuunnassa mustan jään vuoksi.
Kelikuvaus: Kitka vaihteli pituussuunnassa mustan jään vuoksi. Liukkautta ei tulosuunnassa vielä esiintynyt, mutta metsäalueilla esiintyi paikoin mustaa jäätä, peltoalueet olivat kuivia. Liukkaus yllätti kuljettajan ohitustilanteessa.
Kp-toimet: Ei toimia, tien suolaus aloitettiin onnettomuuden jälkeen klo 14:15.
Kelin poikkeavuus: Paikallinen liukkaus

Hoitoluokkien riskit rannikolla ja sisämaassa



Kuva 1. Hvjo -riski rannikolla hoitoluokittain 1994-99.



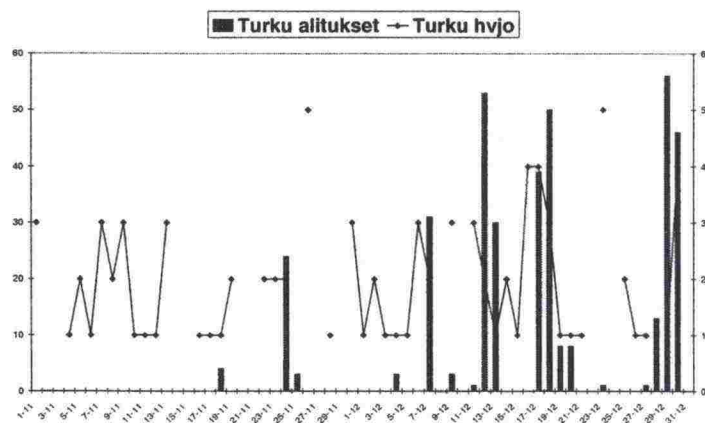
Kuva 2. Hvjo -riski sisämaassa hoitoluokittain 1994-99.

Seututiet, joilla poikkeuksellisen suuri talvikelien onnettomuustiheys/km vuorokausiliikenteeseen nähden

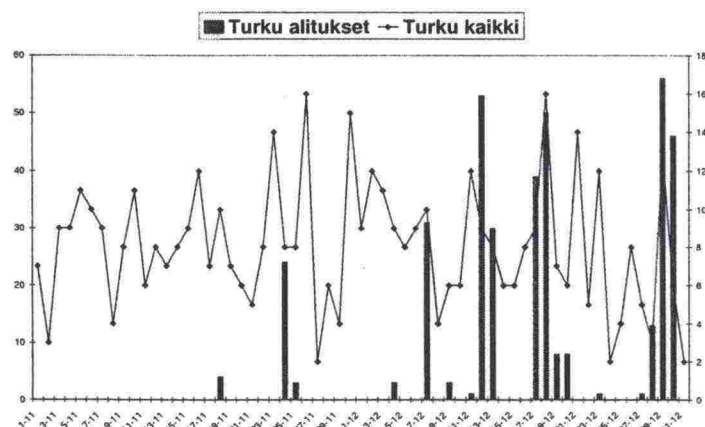
Taulukko 19. Vaarallisimmat "talvikeli-seututiet" talvikelionnettomuuksien onnettomuustiheyden mukaan kvl-luokilla 3500-4750.

Tie	Pituus/m (kvl 3500-4750)	Hvjo 1994 99	Hvjo/km/vuo si	Piiri	Tie
476	557	1	0.299		
694	1250	2	0.267		
508	1560	2	0.214		
304	3134	4	0.213	Häme	Toijala - Valkeakoski
638	2366	3	0.211		
310	1757	2	0.190		
203	883	1	0.189		
306	7244	8	0.184	Häme	Tampere - Lempäälä
213	1853	2	0.180		
115	1991	2	0.167		
569	1023	1	0.163		
697	1023	1	0.163		
368	3240	3	0.154		
290	8552	7	0.136	Uusimaa	Hyvinkää - Hämeenlinna
230	1247	1	0.134		
815	1269	1	0.131		
143	3905	3	0.128		
120	19528	14	0.119	Uusimaa	Helsinki - Olkkala
170	13991	9	0.107	Uusimaa	Helsinki - Koskenkylä - Loviisa
926	1562	1	0.107		
486	3653	2	0.091		
922	2024	1	0.082		
397	2131	1	0.078		
551	4401	2	0.076		
325	12089	5	0.069	Häme	Kangasala - Kuhmoinen
140	24614	10	0.068	Häme	Vaarala - Mäntsälä - Lahti - Heinola
899	2646	1	0.063		
365	2727	1	0.061		
110	13733	5	0.061	Uusimaa	Haaga - Lohjanharju
616	2772	1	0.060		
673	5967	2	0.056		
487	3152	1	0.053		
312	3179	1	0.052		
148	14285	4	0.047	Uusimaa	Hyrylä - Sköldvik
181	7996	2	0.042		
111	8463	2	0.039		
749	10332	2	0.032		
186	6114	1	0.027		

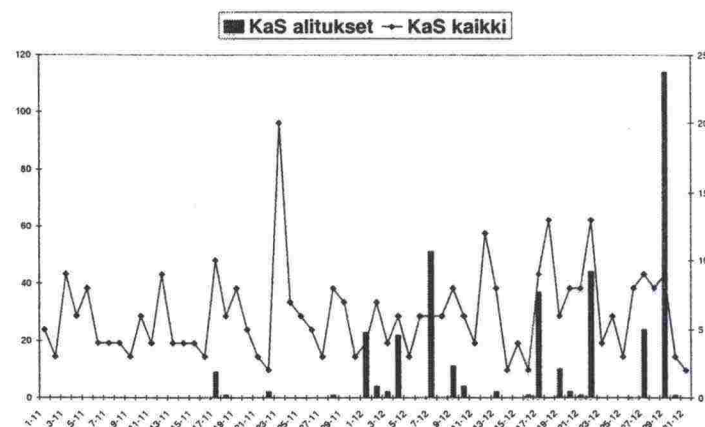
Kitka-alitusten ja onnettomuuksien lukumäärät eri tiepiireissä marras-joulukuussa 1999



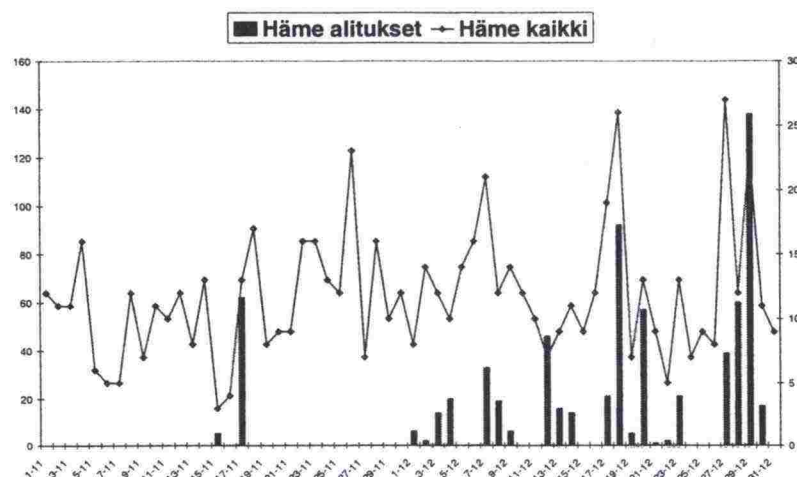
Kuva 3. Hvj -onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Turun tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



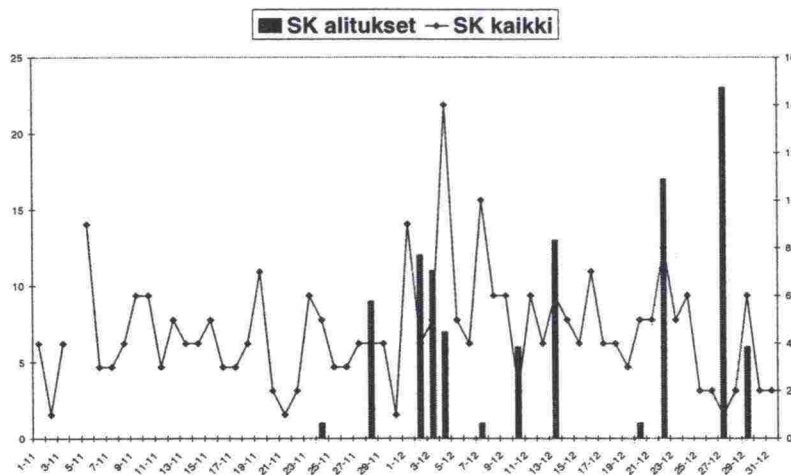
Kuva 4. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Turun tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



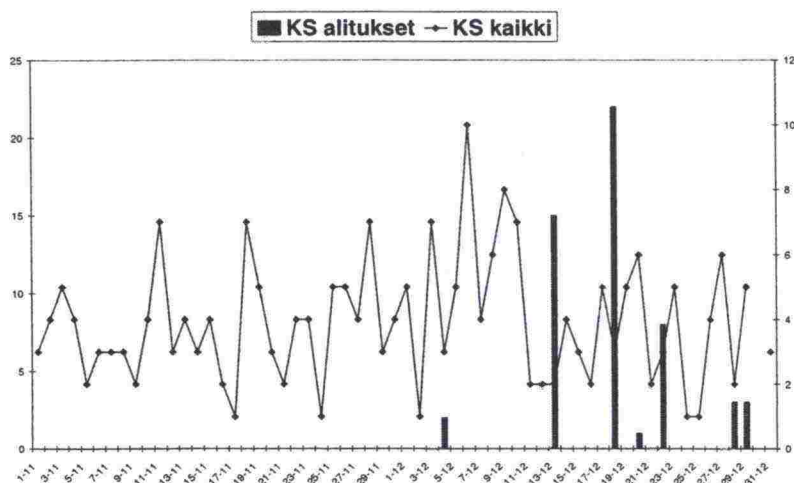
Kuva 5. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Kaakkois-Suomen tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



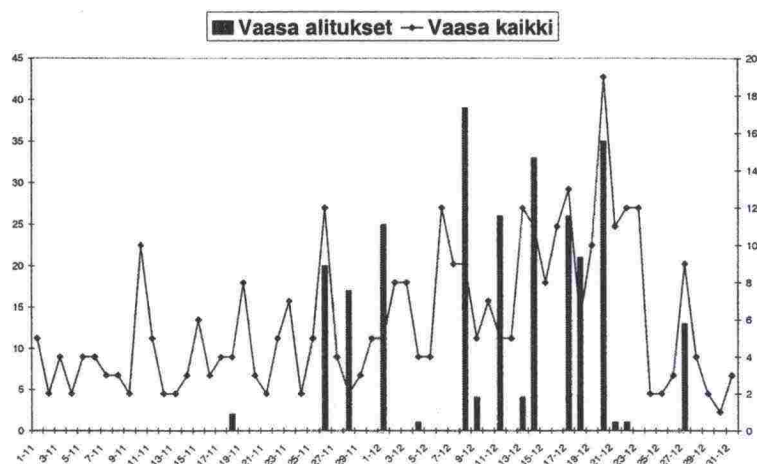
Kuva 6. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Hämeen tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



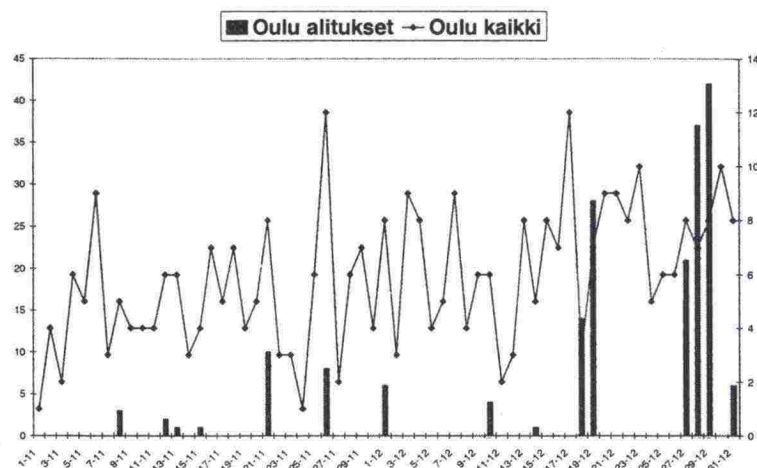
Kuva 7. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Savo-Karjalan tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



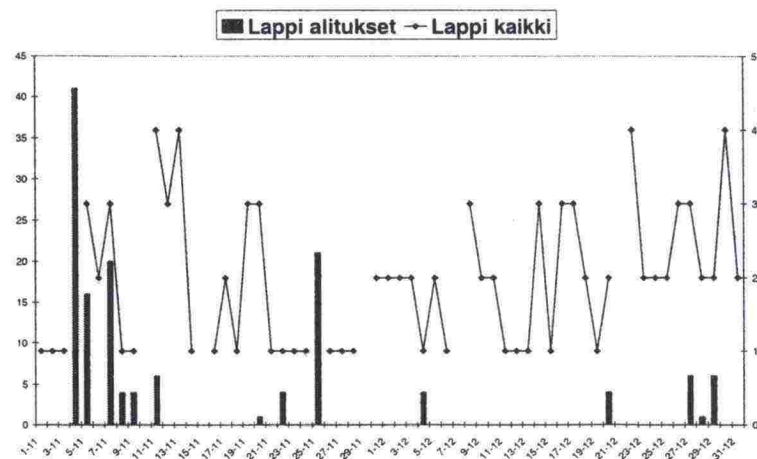
Kuva 8. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Keski-Suomen tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



Kuva 9. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Vaasan tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



Kuva 10. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Oulun tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.



Kuva 11. Kaikkien onnettomuuksien lukumäärä ja kitka-alitusten määrät Lapin tiepiirissä marras-joulukuussa 1999.

Suomen ja Ruotsin talvikuukausien onnettomuusvertailua

Vuosi 1998 - koko maa				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	3155	45.71 %	173	47.14 %
Suomi huhti-syys	3747	54.29 %	194	52.86 %
Ruotsi loka-maalis	7186	46.32 %	229	46.73 %
Ruotsi huhti-syys	8328	53.68 %	261	53.27 %
Vuosi 1998 - taajamien ulkopuolella				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	1399	47.15 %	126	47.73 %
Suomi huhti-syys	1568	52.85 %	138	52.27 %
Ruotsi loka-maalis	3167	47.73 %	141	42.99 %
Ruotsi huhti-syys	3468	52.27 %	187	57.01 %

Kuva 12. Henkilövahinkoon ja kuolemaan johtaneet onnettomuudet Suomessa ja Ruotsissa vuonna 1998

Vuosi 1997 - koko maa				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	3032	43.44 %	167	42.71 %
Suomi huhti-syys	3948	56.56 %	224	57.29 %
Ruotsi loka-maalis	7187	45.63 %	244	49.49 %
Ruotsi huhti-syys	8565	54.37 %	249	50.51 %
Vuosi 1997 - taajamien ulkopuolella				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	1253	43.07 %	112	41.64 %
Suomi huhti-syys	1656	56.93 %	157	58.36 %
Ruotsi loka-maalis	3244	48.15 %	164	47.81 %
Ruotsi huhti-syys	3493	51.85 %	179	52.19 %

Kuva 13. Henkilövahinkoon ja kuolemaan johtaneet onnettomuudet Suomessa ja Ruotsissa vuonna 1998

Vuosi 1996 - koko maa				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	3250	44.68 %	159	44.79 %
Suomi huhti-syys	4024	55.32 %	196	55.21 %
Ruotsi loka-maalis	7184	46.89 %	224	45.90 %
Ruotsi huhti-syys	8137	53.11 %	264	54.10 %
Vuosi 1996 - taajamien ulkopuolella				
	Hvjo		Kjo	
Suomi loka-maalis	1285	44.11 %	107	41.96 %
Suomi huhti-syys	1628	55.89 %	148	58.04 %
Ruotsi loka-maalis	3138	48.25 %	157	44.86 %
Ruotsi huhti-syys	3365	51.75 %	193	55.14 %

Kuva 14. Henkilövahinkoon ja kuolemaan johtaneet onnettomuudet Suomessa ja Ruotsissa vuonna 1998

Ympäristö/vaikutukset

- TIEL 3200555 Ohikulkutie ja taajama (TS 9/1999)
- TIEL 3200558 Niittykasvillisuuden perustaminen tieluiskiin - Koetuloksia ja kirjallisuusselvitys (TS 12/1999)
- TIEL 3200560 Saneerattujen taajamien viherympäristö, kivettyt pinnat, kalusteet - Kuntotarkastelu (TS 15/1999)
- TIEL 3200590 Taajamateiden suunnittelun kehittäminen. Seurantatutkimus. Jaala, Keuruu, Sotkamo. (TS 1/2000)
- TIEL 3200642 Polttoaineen hinnannousun vaikutus auton käyttöön maaliskuussa 2000 (TS 56/2000)
- TIEL 4000205 Tierummut vaellusesteinä - Ongelman kuvaus ja ratkaisumalleja (SJ 22/1999)
- TIEL 4000206 Suomen tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset - Vuoden 1996 selvityksen päivitys (SJ 23/1999)
- TIEL 4000215 Tieliiikenne-ennuste vuosille 1997-2030. Vuoden 1995 ennusteen päivitys (SJ 35/1999)
- TIEL 4000216 Tieliiikenteen ajokustannukset: Onnettomuuskustannukset Suomessa ja Ruotsissa (SJ 36/1999)
- TIEL 4000217 Tieliiikenteen ajokustannukset: Ajoneuvokustannukset (SJ 37/1999)
- TIEL 4000216 Tieliiikenteen ajokustannukset: Aikakustannukset (SJ 36/1999)
- TIEL 4000241 Mitä on tehty? - Tielaitoksen ympäristön toimenpideohjelman 1997 - 2000 toteuttaminen (SJ 13/2000)
- TIEL 4000250 Miten on käynyt? - Tielaitoksen ympäristöohjelman vaikutukset (SJ 30/2000)

Tietekniikka

- TIEL 3200562 Törmäyskokeet Tielaitoksen tiekaiteeseen 1993-1999 (TS 17/1999)
- TIEL 3200571 Asfalttinormien kiviainesten hienoainesseoksen laatuvaatimukset (TS 26/1999)
- TIEL 3200575 Kuulamyly- ja Micro-Deval -kokeiden tulosten vastaavuus (TS 30/1999)
- TIEL 3200578 Halvat kevyen liikenteen väylät (TS 35/1999)
- TIEL 3200579 Kiviaineksen pintakarkeuden vaikutus kuulamylyarvoon (TS 36/1999)
- TIEL 3200580 Kiviaineksen välilajitteen raemuodon vaikutus päällysteen ominaisuuksiin (TS 37/1999)
- TIEL 3200591 Kasvipeitteisen meluesteen kokeilu (TS 2/2000)
- TIEL 3200594 Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Mitoitus- ja työohje (TS 5/2000)
- TIEL 3200599 Tiesuolan käytön arviointi talvikuukausien lämpötilan avulla (TS 9/2000)
- TIEL 3200604 Syvästabiloitujen pilarien ja maan yhteistoiminta (TS 15/2000)
- TIEL 3200611 Lentotuhkafilleri SMA-päällysteessä - Työskentely- ja ympäristövaikutukset (TS 23/2000)
- TIEL 3200622 Asfalttipäällysteiden deformaation vähentäminen (TS 36/2000)
- TIEL 3200625 Varusteluettelot (TS 39/2000)
- TIEL 3200630 Painumalaskentamenetelmien käyttökelpoisuuden arviointi (TS 44/2000)
- TIEL 3200634 Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kaatumistapaturmat - Espoo, Helsinki, Jyväskylä, Oulu (TS 48/2000)
- TIEL 3200635 Kevyen liikenteen väylien kunnossapitotaso - Talvikauden osaraportti (TS 49/2000)
- TIEL 3200643 Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen (TS 57/2000)
- TIEL 4000199 Selvitys tien häikäisysojista (SJ 5/1999)
- TIEL 4000200 Kelirikkoisen soratien kantavuuden parantamismenetelmiä. Bitumistabilointi ja raudoitettu murske. Loppuraportti. (SJ 6/1999)
- TIEL 4000201 Teiden talvihoidon yhteiskunnalliset vaikutukset. Yhteenvedo tehdyistä selvityksistä. (SJ 9/1999)
- TIEL 4000202 Tutkimus- ja kehittämistoiminnan vuosiraportti 1998 (SJ 10/1999)
- TIEL 4000209 Kevyen liikenteen kaatumistapaturmien selvittäminen sairauskertomusten perusteella - Jyväskylä (SJ 26/1999)
- TIEL 4000210 Laatuvaatimusten asettaminen, kun urakka sisältää suunnittelun ja rakentamisen (SJ 27/1999)
- TIEL 4000222 Tunnin pilotti. Hoidon toteutuminen, II väliraportti syyskuu 1999 (SJ 41/1999)
- TIEL 4000228 Masuunikuonatuotteiden E-moduulit (SJ 49/1999)
- TIEL 4000229 Analyttisessä mitoituksessa käytettävät asfalttipäällysteen jäykkyudet ja väsymismallit (SJ 50/1999)
- TIEL 4000232 Tunnin pilotti - Vaikutus liikenneturvallisuuteen (SJ 54/1999)
- TIEL 4000236 Kevyen liikenteen väylien kunnossapitotason ja kaatumistapaturmien selvitys. Kesäkauden osaraportti (SJ 5/2000)
- TIEL 4000239 Pyöriteiden routavauriotutkimus (SJ 10/2000)
- TIEL 4000255 Los Angeles ja Micro-Deval -kokeiden vertailu (SJ 35/2000)
- TIEL 4000262 Luiskasuojauksen vaikutuksista pohjaveden kloridipitoisuuteen eräissä kohteissa (SJ 42/2000)

OHJEET JALAA TUVAATIMUKSET

TIEL 2110014	Läjitäsalueen suunnittelu - Läjitäsalueohje
TIEL 2140015	Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset
TIEL 2140016	Puun käyttö meluesteissä
TIEL 2150008	Luonnon monimuotoisuus ja tienpito - Tieluonnon hoito-ohjelma
TIEL 2150009	Tiehankkeiden ja tienpidon toimien ympäristövaikutusten selvittäminen
TIEL 2150010	Tiehankkeen vaikutukset ihmisiin ja yhteisöihin
TIEL 2210013	TYLT: Tiekaiteet
TIEL 2210014-2000	TYLT: Yleiset perusteet - Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet - Penger- ja kerrosrakenteet - Lisäykset ja muutokset vuonna 2000
TIEL 2212456-2000	TYLT: Perustamis- ja vahvistamistyöt
TIEL 2212802-2000	TYLT: Päällystystyöt
TIEL 2212809-98	TYLT: Murskaustyöt
TIEL 2230054	Kevyen liikenteen väylien hoito; Menetelmätieto
TIEL 2230055	Viherhoito tieympäristössä
TIEL 2240002-98	Yleiset arvonmuutosperusteet: Murskaustyöt
TIEL 2243560-2000	Yleiset arvonmuutosperusteet: Päällystystyöt

SELVITYKSIÄ (=TS) JA SISÄISIÄ JULKAISUJA (=SJ):

Liikennetekniikka

TIEL 3200561	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Ohitusnäkemät (TS 16/1999)
TIEL 3200566	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus (TS 21/1999)
TIEL 3200570E	S 12 Improvement solutions for main roads: New road types - Summary on test roads in Finland (TS 25/1999)
TIEL 3200602	Raskaat ajoneuvot kiertoliittymissä (TS 12/2000)
TIEL 3200602E	Roundabouts and heavy vehicles (TS 13/2000)
TIEL 3200603	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Tietyömaiden liikennehaittojen arviointi (TS 14/2000)
TIEL 3200613	Kiertoliittymien turvallisuus (TS 25/2000)
TIEL 3200641	Joukkoliikenne - Laatukäytävien kehittäminen (TS 55/2000)
TIEL 4000191	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tiettyypit - Koeteiden turvallisuus (SJ 20/1999)
TIEL 4000193	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tiettyypit - Selvitys ulkomaisista kokemuksista (SJ 21/1999)
TIEL 4000212	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Parannettavien pääteiden suuntaus (SJ 30/1999)
TIEL 4000213	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tiettyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 6 välillä Koskenkylä - Kouvola Osa A: Raportti, Osa B: Liitekartat (SJ 31/1999)
TIEL 4000214	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Kevyen liikenteen ja yksityistieliittymien yhteiset ratkaisut (SJ 33/1999)
TIEL 4000221	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Tutkimussuunnitelma (SJ 42/1999)
TIEL 4000227	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Kapeiden pientareiden vaikutus kaksiajorataisten teiden turvallisuuteen (SJ 48/1999)
TIEL 4000233	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tiettyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 5 välillä Joroinen - Varkaus (SJ 55/1999)
TIEL 4000234	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tiettyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 4 välillä Haurukylä - Haaransilta - Kempele (SJ 56/1999)
TIEL 4000242	Liikenneteknisen mitoituksen perusarvot (SJ 14/2000)
TIEL 4000243	Taajamakeskustateiden poikkileikkaukset Testiajo- ja kirjallisuusselvitys (SJ 18/2000)
TIEL 4000245	Joukkoliikenne - Opas tiepiiriin joukkoliikenneselvityksen laatimiseksi (SJ 23/2000)
TIEL 4000247	S 12 Improvement solutions for main roads: Nordic Highway Capacity - Uninterrupted Flow Facilities in Denmark, Finland, Norway and Sweden (Finnra Internal Publications 4/2000)